



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Aplicación de la metodología SMED para mejorar la productividad  
en el área de producción en la empresa Fadri S.A.C., Ate, 2018**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**AUTOR:**

Prado De La Cruz, Juan Carlos (ORCID:0000-0001-9179-8027)

**ASESOR:**

Dr. Panta Salazar, Javier Francisco (ORCID: 0000-0002-1356-4708)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA - PERÚ

2018

### **Dedicatoria**

A todos mis seres queridos, mis familiares, pero especialmente a mis padres Felicitas De La Cruz Paquiyauri y Santos Prado García. Por ser los autores más influyentes en el desarrollo de mi carrera universitaria.

### **Agradecimientos**

A Dios por siempre ser una guía y apoyo en todo el plano espiritual, a mis familiares, a la universidad y personas que de una u otra manera influenciaron en la realización de este trabajo.

## Índice de contenidos

Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	14
3.1 Tipo y diseño de Investigación .....	14
3.2 Variables y operacionalización.....	15
3.3 Población y Muestra .....	17
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	17
3.5 Validez de los instrumentos de medición.....	18
3.6 Método de análisis de datos .....	18
3.7 Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN .....	50
VI. CONCLUSIONES .....	54
VII. RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS .....	59

## Índice de tablas

Tabla 1.	Validación por juicio de expertos .....	18
Tabla 2.	Ficha de observación del estudio del tiempo .....	23
Tabla 3.	Tabla de operaciones internas .....	24
Tabla 4.	Ficha de datos de operaciones externas .....	25
Tabla 5.	Conversión de actividades internas a externas .....	26
Tabla 6.	Ficha de actividades internas .....	27
Tabla 7.	Tabla de optimización de actividades externas .....	28
Tabla 8.	Comparación de separación internas a externas pre/post obtenida ....	29
Tabla 9.	Comparación de separación internas a externa pre/post obtenida .....	30
Tabla 10.	Comparación de la conversión de tareas internas en externas .....	31
Tabla 11.	Comparación de perfeccionar la operación de preparación .....	32
Tabla 12.	Datos de eficiencia - Pre test.....	33
Tabla 13.	Datos de eficacia - Pre test.....	34
Tabla 14.	Toma de datos de productividad - Pre test.....	35
Tabla 15.	Estadística descriptiva de la variable dependiente - Pre test.....	36
Tabla 16.	Tabla de toma de datos eficiencia - Post test.....	37
Tabla 17.	Tabla de toma de datos de eficacia - Post test.....	38
Tabla 18.	Tabla de toma de datos de eficacia - Post test.....	39
Tabla 19.	Estadística descriptiva de la variable dependiente - Post test .....	40
Tabla 20.	Índices comparativos de la eficiencia pre/post obtenida.....	41
Tabla 21.	Tabla de comparación sobre la eficacia pre/post obtenida.....	42
Tabla 22.	Valores comparativos sobre la productividad pre/post obtenida.....	43
Tabla 23.	Tabla de estadígrafo y determinación de datos .....	44
Tabla 24.	Resumen de procesamiento de casos de la variable productividad ....	44

Tabla 25. Resultado de la normalidad productividad.....	45
Tabla 26. Estadísticas de muestras emparejadas de la variable productividad ..	45
Tabla 27. Resultado del Sig. de productividad .....	46
Tabla 28. Evaluación de casos de la dimensión eficiencia.....	46
Tabla 29. Resultados de la normalidad de eficiencia .....	47
Tabla 30. Estadísticas de pruebas emparejadas de la dimensión eficiencia.....	47
Tabla 31. Prueba de muestras emparejadas de la dimensión eficiencia.....	48
Tabla 32. Resultados de la normalidad de la eficacia .....	48
Tabla 33. Estadísticas de pruebas emparejadas de la dimensión eficacia.....	49
Tabla 34. Prueba de muestras emparejadas de la dimensión eficacia .....	49

## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i>	Estructura del plan de capacitación.....	22
<i>Figura 2.</i>	Resultado sobre % de actividades internas– pre / post.....	29
<i>Figura 3.</i>	Resultado sobre % de actividades externas – pre / post.....	30
<i>Figura 4.</i>	% de actividades internas convertidas en externas – pre / post .....	31
<i>Figura 5.</i>	Resultado sobre % de perfeccionar operaciones de preparación .....	32
<i>Figura 6.</i>	Resultado sobre % de productos preparados a tiempo – Pre Test ...	33
<i>Figura 7.</i>	Resultado sobre % de productos conformes – Pre Test .....	34
<i>Figura 8.</i>	Resultado sobre % de productividad – Pre Test .....	35
<i>Figura 9.</i>	Resultado sobre la variable dependiente – Pre Test.....	36
<i>Figura 10.</i>	Resultado sobre % pedidos preparados a tiempo-post test .....	37
<i>Figura 11.</i>	Resultado sobre % de productos conformes – post test .....	38
<i>Figura 12.</i>	Resultado sobre la variable dependiente – Post Test .....	39
<i>Figura 13.</i>	Resultado sobre la variable dependiente – Post Test .....	40
<i>Figura 14.</i>	Resultado sobre % de productos preparados a tiempo Pre - Post....	41
<i>Figura 15.</i>	Resultado sobre % de productos conformes Pre - Post.....	42
<i>Figura 16.</i>	Resultado sobre comparativo de % sobre productividad pre / post...	43

## **Resumen**

La presente investigación titulada “Aplicación de la metodología SMED para mejorar la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C., Ate, 2018”, tuvo como objetivo principal determinar si la aplicación de la metodología SMED aumenta la productividad en el área de producción. El estudio de esta investigación se realizó bajo un enfoque cuantitativo, con diseño metodológico experimental de tipología cuasi experimental. Nuestras variables fueron la Metodología SMED (Variable Independiente) y Productividad (Variable Dependiente). La recopilación de la información fue a través técnica de la observación, siendo el instrumento la hoja de observación, en el área de producción durante 12 semanas, la cual 6 semanas para el pre test y 6 semanas para el post test. Como población se consideró a las máquinas y estos datos fueron analizados por medio del programa Microsoft Excel y el SPSS v.25, con el fin de calcular los datos estadísticos descriptivos e inferencial. Finalmente, se llegó a la conclusión que la metodología SMED genero un aumento en la productividad del 14% corroborando así la hipótesis principal, del mismo modo quedo demostrado la mejora de la eficiencia y eficacia, generando significativamente un aumento del 7% y 10% respectivamente en la empresa FADRI S.A.C.

**Palabras Claves:** Metodología SMED, Productividad, Eficiencia, Eficacia, Producción.



## **Abstract**

The present research entitled "Application of the SMED methodology to improve productivity in the production area in the company FADRI SAC, Ate, 2018", had as its main objective to determine if the application of the SMED methodology increases productivity in the production area. The study of this research was carried out under a quantitative approach, with an experimental methodological design of a quasi-experimental typology. Our variables were the SMED Methodology (Independent Variable) and Productivity (Dependent Variable). The collection of information was through the observation technique, the instrument being the observation sheet, in the production area for 12 weeks, which was 6 weeks for the pre-test and 6 weeks for the post-test. The machines were considered as population and these data were analyzed using Microsoft Excel and SPSS v.25, in order to calculate descriptive and inferential statistical data. Finally, it was concluded that the SMED methodology generated an increase in productivity of 14%, thus corroborating the main hypothesis, in the same way, the improvement in efficiency and effectiveness was demonstrated, significantly generating an increase of 7% and 10% respectively. in the company FADRI SAC

**Keywords:** SMED Methodology, Productivity, Efficiency, Efficiency, Production.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Hoy en día gran parte de las organizaciones son rutinarios o sistemáticas, sin contar con un control específico de sus tiempos de producción que se adapte a sus procesos de producción, del cual esto genera un alto costo de reestructuración y difíciles de implementar, esto significa que realizar un trabajo a ciegas, sin ver la realidad de lo que realmente está ocurriendo hoy en día en muchas empresas que no logran adaptarse al mundo competitivo empresarial, llegando incluso a desaparecer en el mercado.

La problemática más sobresaliente de las empresas se basa alrededor de la competitividad que hoy existe en el mundo empresarial, ya que muchas empresas se ven afectadas por el mal manejo de sus tiempos de producción, las paradas de producción o tiempo muerto del cual, trae consigo la baja calidad de los productos o la demora de entrega de este por los tiempos improductivos y la falta de una mejora continua. Por lo tanto, los avances de la tecnología han generado un cambio en el comportamiento del consumidor, quienes hoy en día son muchos más exigentes al momento de realizar una compra; por lo que llevaría a alcanzar niveles altos de competencia.

En el año 2016 según la OEC (Observatorio de la Complejidad Económica) se puede observar el ranking de los principales países exportadores (Ver figura N° 1) e importadores de piezas de metalmecánica (Ver figura N° 2) del cual, Alemania es el principal país exportador con un 16% y EEUU representa el primer país importador con un 19% en lo que se refiere a piezas y repuestos.

Por otro lado, la mayoría de empresas a nivel nacional se han visto envueltos en un problema de crecimiento a nivel de su productividad y empresarial, debido a la falta de control de tiempo de sus procesos y a la informalidad de competencia que existe en nuestro país. Las empresas nacionales mayormente presentan un déficit en su capacidad de procesar sus productos, capacitaciones, coordinación y compromiso de los colaboradores; esto con el fin de integrar la organización hacia la adopción de una nueva cultura laboral más acorde con los tiempos de producción, del cual genera una baja producción, un déficit y tiempos improductivos del cual esto lleva consigo un ámbito laboral no agradable para el personal.

Hoy en día las empresas nacionales no pueden acoplarse al mercado debido a este déficit que presentan. Por lo tanto, esto los con llevaría a estancarse, generar incrementos de tiempos de producción, demoras de entrega, la baja calidad de sus productos por medio de un ambiente laboral inadecuado, costos de reproducción y por lo que genera la insatisfacción de sus clientes, ya que hoy en día el mercado de los consumidores está cada vez más actualizados a los avances tecnológicos y las empresas se enfrentarían a un problema de mejoras de la calidad, reducción de sus costos y entregas dentro los plazos todos esos orientados hacia la búsqueda de la completa satisfacción del cliente.

Según Sunat, presenta el ranking de las empresas nacionales más exportadoras de las piezas metalmecánica (Ver Figura N°3) y sus respectivos consumidores de los últimos años.

Donde se puede observar que la empresa Corporación Aceros Arequipa S.A. quien es el principal exportador que representa el 72% siendo una de las empresas más conocidas a nivel nacional y su principal consumidor es Colombia con un 67% que representa un US\$ 2,612.06 millones.

FADRI S.A.C. es una empresa familiar del sector metalmecánico que surgió en el año 1993, que cuenta con más de 20 años dentro del mercado de la pernería, fabricación y distribución de repuestos automotriz y también brindan servicios de torno revolver, automático, prensa y laminadora de rosca. Estos productos están clasificados según a la categoría que pertenezcan pernos, tuercas, válvulas, platillos, guachas, entre otros productos, que son trabajados con piezas en fierro, bronce, aluminio y acero inoxidable.

A inicios de Octubre del 2004 la empresa recibe el reconocimiento como representante de la marca internacional BANDO, incorporando entre productos las líneas de fajas de distribución y de transmisión, viéndose favorecida por el crecimiento en la demanda de su materia prima y su sector, pero afectada por la falta de una metodología ajustada de este crecimiento, pues las múltiples clasificaciones de sus productos, hacen que sus pedidos sean cada vez más exigentes y personalizados en muchos casos.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el área de producción de la

empresa FADRI S.A.C. tomando en cuenta el proceso de actividades que se realiza, pero últimamente la cadena de actividades se ha visto afectada por la demora de entrega de los productos, por la causa del tiempo de paradas que se ven en la producción.

El problema es que día a día los operarios se ven afectados por la demora de preparación de la máquina y de la adquisición de los insumos y la operatividad de las máquinas, tiempos improductivos o tiempos muertos, los reprocesos e imprevistos en la elaboración de los productos por la falta de orientación eficaz, control del tiempo de elaboración del producto para los diversos productos. Además, se demoran en montar el cambio de proceso para elaborar los productos. Las paradas por diferentes motivos son las que tienen mayor impacto negativo en cuanto a la disponibilidad y calidad de los productos afectando directamente la productividad de la empresa.

Estos problemas de la empresa, reflejan el comportamiento improductivo y la necesidad de una solución inmediata, ya que cada vez la exigencia de nuestros clientes es mayor, por lo tanto, podemos apreciar los principales factores que nos generan estos inconvenientes que se representaron en un Diagrama Ishikawa (Ver Anexo N° 5) y fueron llevado a un Diagrama Pareto para poder apreciar los factores más influyentes de estos problemas (Ver Anexo N°6) por lo que, esto nos llevó a implementar una metodología que se ajuste a esta realidad como lo fue el método SMED, con lo que se pretende apalejar el problema detectado sobre el proceso de montaje desde la última pieza hasta la primera pieza correcta, mejorando la disponibilidad de los productos, la calidad, los tiempos de elaboración, pero sobre todo mejorando el objetivo principal de la empresa como son el aumento de la productividad y flexibilidad.

Luego de analizar las causas que derivaron en la problemática señalada, se formuló el problema general de la investigación que fue ¿En qué medida la aplicación de la metodología SMED mejora la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C., Ate, 2018?

Sus problemas específicos fueron:

- ¿En qué medida la aplicación de la metodología SMED mejora la eficiencia de la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C., Ate, 2018?
- ¿En qué medida la aplicación de la metodología SMED mejora la eficacia de la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C., Ate, 2018?

Por otra parte, se mencionaron las diferentes justificaciones que permitieron hacer el desarrollo de esta investigación, los cuales se consideraron a los siguientes:

Justificación teórica, el estudio se realizó al proceso productivo, posteriormente se desarrolla un esquema del proceso donde nos permita conocer y entender bien su procedimiento y así lograr identificar las posibles causas que generan las paradas, los despilfarros y la baja productividad que la empresa está presentando. Tras la propuesta planteada, para mejorar la productividad, la calidad, los sobre costos y los manejos de un mismo material para elaborar diversos productos. Por lo tanto, es necesario la investigación tenga un sustento teórico que exprese la práctica de las herramientas necesarias para la mejora de la productividad haciendo el uso de la metodología SMED.

Justificación metodológica, esta herramienta de mejora permitió identificar los puntos críticos que generan los sobre costos y paradas de producción, el déficit manejo de uso de materiales. Así mismo, poder generar alternativas de solución, ejecución de acciones correctivas y las medidas de prevención adecuadas, considerando cada uno de los instrumentos elaborados para realizar la recolección de datos.

Justificación económica, con la aplicación de esta metodología, permitió mejoras como reducción del tiempo, mejora de productividad, mejora en la capacidad productiva, calidad de los procesos y por ende los sobre costos por las fallas identificadas, todo ello permitió que los costos se vean reducidos e ingrese a formar parte de las utilidades de la empresa

Justificación práctica, tras el análisis de la problemática encontrada en el área de producción, se planteó como propuesta la obtención de mejora a través de la implementación de la metodología SMED. Con el cual se busca establecer las tareas o trabajos internos y externos correctamente, por lo cual contrarrestar la baja productividad y calidad de las piezas o repuestos que se viene presentando.

Justificación social, con los resultados obtenidos luego de que la productividad se incrementa, fue posible generar mayores ingresos con los cuales se dieron el acceso a nuevos colaboradores y nuevos puestos de trabajo. Además, este proyecto será una oportunidad de mejora de desarrollo para los estudiantes de ingeniería en la identificación de los procesos improductivos que generan un impacto negativo en el ámbito laboral, así mismo en la identificación de medidas de prevención idóneas a corto plazo.

Como siguiente punto se determinó el objetivo general de nuestra investigación que fue determinar como la metodología SMED mejora la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C., Ate, 2018.

Los objetivos específicos fueron:

- Determinar como la aplicación de la metodología SMED mejora la eficiencia de la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C., Ate, 2018.
- Determinar como la aplicación de la metodología SMED mejora la eficacia de la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C., Ate, 2018.

Como hipótesis general se planteó: La aplicación de la metodología SMED aumenta la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C., Ate, 2018.

Las hipótesis específicas fueron:

- La aplicación de la metodología SMED aumenta la eficiencia de la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C., Ate, 2018.
- La aplicación de la metodología SMED aumenta la eficacia de la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C., Ate, 2018.

## II. MARCO TEÓRICO

Los temas que se trataron en este segundo capítulo de esta investigación fueron todas aquellas que se relacionan con las teorías que se emplearon para este estudio, tanto para aquellos autores que fueron citados como precedentes a nuestro estudio; para los antecedentes internacionales se consideraron estudios como los de:

Giráldez (2016) en su tesis cuyo objetivo fue aplicar el método Smed en una línea de extrusión que ayude a mejorar su productividad. Desarrolló una investigación de tipo aplicada. El autor concluyó que el estudio de esta investigación logró reducir el tiempo en los cambios de códigos en la línea de extrusión BAUSANO MD 158-2. Asimismo, menciona que de su indicador basado en la eficiencia se logró reducir el tiempo de desplazamiento innecesarios y con respecto a su otro indicador basado en la eficacia logro identificar las consecuencias de inventario y de la calidad en el producto terminado.

Además, Retuerto, Tuesta y Mondragón (2016) hizo su investigación cuyo objetivo era crear una solución para satisfacer la demanda desde el punto de vista de la reducción del tiempo en la línea de producción de la empresa farmacéutica utilizando el enfoque SMED. Ideó un método para realizar investigación aplicada. De manera similar, el autor observó que la línea de Sólidos tiene el valor de productividad más bajo, representando el 37.3% del tiempo de llenado, mientras que la línea de líquidos representa el 72.7% y los semisólidos el 74.7%.

También, Ulco (2015) en su estudio de tesis que fue mejorar la productividad laboral de la empresa industrial mediante la implementación de la ingeniería de métodos en la línea de producción de cajas de zapatos. Tuvo su estudio un enfoque aplicado. Asimismo, el autor determinó que la productividad de la fuerza laboral en el sistema industrial aumentó en un 19.0%. Este resultado muy relevante, lo que significó que su aplicación de su propuesta fue respaldada por el análisis que se hizo con un programa estadístico.

Por otra parte, Rodríguez (2017) hizo su investigación de tesis con el objetivo de determinar la influencia de la aplicación del sistema SMED en la productividad del proceso de envasado para la empresa AJEPER S.A. Desarrolló una investigación

de tipo aplicada. Como resultado del análisis de este proyecto, se descubrió que el tiempo de cambio de formato obtuvo una reducción y su capacidad de cumplimiento programado mejoro en un 4%, lo cual, con la aplicación del SMED se obtienen beneficios contribuyentes para la empresa.

Por último, Díaz (2016) en su tesis cuyo objetivo fue determinar la mejora de la productividad en el área de torno de la empresa Sergo Industrial S.A, haciendo uso de la técnica SMED. Desarrolló una investigación de tipo aplicada. Asimismo, el autor concluyó que el trabajo en el área de torno se incrementó de un 64% a un 86% mejorando así la disponibilidad y productividad aplicando las herramientas de manufactura.

Por otro lado, se consideraron investigaciones precedentes en al ámbito internacional como los de:

Minor (2014) hizo su estudio de tesis con el objetivo de reducir los tiempos de limpieza y ajustes en los cambios de formato menor, en una línea de acondicionamiento de sólidos de la empresa de fármacos, utilizando JIT, OEE en la línea de empaque para calcular el desempeño, operatividad y calidad. Desarrolló una investigación de tipo aplicada. Por lo tanto, el autor concluyó que los tiempos fueron reducidos en un 52.4% con lo que se demostró la eficacia de la metodología SMED, aunque esta fue muy agresiva ya que hace un cambio brusco del tiempo, pero esta llevo consiguió a incrementar el indicador que mide el factor de desempeño de los equipos; mejorando la calidad e incrementando la productividad como se demostró en este proyecto.

Además, Rojas y Cortez (2014) tuvo su estudio cuyo objetivo fue aplicar la metodología SMED en la línea de bobinado en una industria del papel. Desarrolló una investigación de tipo aplicada. Asimismo, el autor concluyó que el método de división de trabajo para el cambio de bobina de semielaborado en la maquina rebobinadora era de 270 segundos del cual se redujo a 183 segundo, equivalente a un 32% de tiempo de operación y además se identificaron los inconvenientes que generan el cambio de bobina y por cual se aplicaron diferentes planes de acción contra estos inconvenientes.



También, Vanegas (2016) su estudio de tesis fue aplicación de la metodología SMED para mejorar el indicador en la realización de cambios de molduras. Desarrolló una investigación de tipo descriptiva para obtener un diseño no experimental. El autor concluyó que se identificaron las causas principales de las pérdidas de tiempo y que al analizar se identificó la relación e indicadores, de las 36 líneas de ejecución de cambios de moldura y consigo mismo detallando los eventos más relevantes que están afectando los resultados operativos de los cambios de molde.

Además, Vera (2014) su estudio de tesis tuvo por objetivo la implementación de la técnica SMED, para reducir el tiempo de cambio de matrices en las prensas hidráulicas. Desarrolló una investigación de tipo aplicada. Por lo tanto, el autor concluyó que el uso de la técnica SMED generó un cambio muy favorable, ya que, permitió reducir el tiempo de preparación de máquina y materiales, con un 21% de pérdidas promedio en el cambio de matrices. Obteniendo consigo mismo, una simplificación en el área de trabajo, con mayor flexibilidad y productividad para el proceso de ensamblaje de cocinas. Por otro lado, el autor menciona que el coste de inversión fue de \$26.798,40, con una proyección de recuperación de \$57.914,76 en un año. Lo cual, es mínimo en referencia a los beneficios obtenidos y recuperados a corto plazo.

Por último, Alarcón (2014) realizó su estudio con el objetivo de incrementar la producción de planta a través de los indicadores de los procesos de producción, por medio de las herramientas de Lean Manufacturing. Desarrolló una investigación de tipo descriptivo. Concluyó que la OEE aplicando la técnica SMED, obtuvo un 28% del valor para un cambio rápido, llevando a cabo todas las tareas de análisis, lo cual, se obtiene una mejora en la labor de calibración de molde con un 61.08%. Finalmente, se da un incremento en la productividad de 33.08% comprobando su hipótesis planteada que estimaba llegar a un 20% de incremento.

Por otra parte, en este estudio se consideró las siguientes teorías que dieron soporte a la investigación. Como variable independiente se anotó al Smed.

Respecto al estudio de la metodología Smed, Santos (2010) indicó que "SMED (Single Minute Exchange of Die) significa cambio de matriz en menos de 10

minutos”, se descubrió en 1950 por Shingo en la fábrica de Toyo Kogyo por el retraso de producción debido a la falta de un tornillo de apriete.” (p.151).

Operaciones externas: Se realizan operaciones con la maquina en funcionamiento y fabricando piezas del lote anterior.

Operaciones internas: Se realizan operaciones cuando la maquina esta parada.

Villaseñor (2009) indicó que existen cuatro procedimientos de preparación bien definidas en todo cambio como:

- Se preparan los materiales, herramientas, matrices, plantillas, calibres y otros elementos, se realizan cambios posteriores al proceso y se realiza la verificación. El primer paso es verificar que todos los componentes y herramientas estén en sus lugares correctos y que funcionen correctamente. Esta fase también incluye el tiempo que se tarda en retirarlos y almacenarlos todos, limpiar la maquinaria, etc.
- Montaje y desmontaje de herramientas Una vez finalizado un lote, se retiran las piezas y herramientas, y se colocan las piezas esenciales para el siguiente lote.
- Las mediciones, ensamblajes y calibraciones son parte del proceso. Esta etapa incluye todas las mediciones y calibraciones necesarias para completar una operación de fabricación, como el centrado, el tamaño, el control de la presión y la temperatura, etc.
- Se realizan pruebas y cambios. Después de realizar una pieza de prueba, se realizan modificaciones en estas etapas. Cuanto más precisas sean las medidas y calibraciones del equipo de trabajo, más fáciles serán las modificaciones.

Feld (2002) mencionó que:

Se centra en el cambio de moldes en el menor tiempo posible, preferiblemente en menos de diez minutos. Desde el último componente bueno realizado hasta la primera parte buena del cambio de diez minutos; el equipo debe configurarse rápidamente para fabricar los modelos en la línea. (p.80).

Alonso (1998) mencionó que Smed es un método que examina a fondo todos los aspectos de un cambio de serie y al mismo tiempo lo simplifica y organiza. (p.68).

Según Shingo (1989) mencionó que “Para hacer el SMED una realidad en el espacio de trabajo, simplemente debe demostrar sus métodos básicos a los trabajadores y dejarlos empezar una revolución SMED” (p.52).

El método SMED se desarrolló en cuatro etapas:

### **Dimensión 1: Estudio de la operación de cambio**

No hay distinción entre preparaciones internas (trabajo realizado cuando la máquina está detenida) y externas (trabajo que se puede realizar mientras la máquina está en funcionamiento).

### **Dimensión 2: Separación de la preparación interna y externa**

Este procedimiento consistió en separar las tareas internas y externas que se dan en la máquina, lo cual las tareas internas fueron las operaciones que se realizaron a máquina parada y por otro lado las tareas externas correspondieron a las operaciones que se realizaron a máquina encendida.

### **Dimensión 3: Convertir tareas internas en externas.**

Esta etapa nos permitió buscar la forma de convertir las tareas internas a externas, lo cual se identificaron en la segunda etapa.

### **Dimensión 4: Mejora de la preparación**

Esta última etapa consistió en hacer mejoras elementales de operaciones a las etapas ya aplicadas anteriormente en la máquina.

Principales objetivos de la metodología SMED

1. Dedique menos tiempo a preparar la comida y más tiempo a otras cosas.
2. Reducir el tamaño de su inventario
3. Reducir los lotes de producción.
4. Incrementar la adaptabilidad de la planta.
5. Minimizar el desperdicio (tiempo, movimientos y material)

Mejorar el tiempo de entrega del producto y producir diversos productos en una

línea de producción

Lean Solutions, define SMED como una aplicación más frecuente de esta tecnología es la disminución de los tiempos de preparación de las máquinas, como los cambios de moldes o matrices. Para reducir el tiempo de configuración a unidades de tiempo de un solo dígito.

Mtm Ingenieros mencionó que la metodología SMED fue creado para mejorar los cambios de matriz, aplicable para todo tipo de máquinas. Este inicia cuando se completa la última parte de la serie y finaliza cuando se obtiene una parte libre de defectos de la siguiente serie. (Ver figura N°4)

Shigeo Shingo (1998) indicó que nace con el fin de suprimir las tareas críticas originados por la prensa de moldeo y donde el veía la demora de sus colaboradores para colocar los moldes, es ahí donde Shigeo divide las actividades en dos grupos:

**Internal set up**, IED (Actividades de preparación internas): El montaje de la matriz en la prensa o sacar los tornillos de anclaje. Estas labores pueden ser realizadas solo cuando la maquina esta parada.

**External set up**, OED (Actividades de preparación externas): Trasladar el molde que se terminó de usar al almacén o traer el molde a montar cerca de la prensa. Estas actividades pueden ser realizadas con la maquina esté en funcionamiento.

### **Variable dependiente: Productividad**

Al respecto Karl (2015) enunció que representa el volumen del tamaño relativo de los medios de producción que un trabajador transformó en producto durante un tiempo determinado y con la misma tensión laboral (p.45).

Como resultado, la productividad se refiere a aumentar la producción sin extender las horas de trabajo, requerir más esfuerzo de los empleados o recibir más por lo mismo.

Además, Gutiérrez (2014) mencionó que la eficiencia y la eficacia son componentes de la productividad. La primera es la relación entre el resultado y los recursos empleados, la eficacia es el grado en que se llevan a cabo las actividades para lograr los resultados planificados (p.21).

Martínez (2007) definió que:

Mide el correcto uso de los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; se expresa como una relación entre los recursos utilizados y los productos producidos, así como la eficiencia con la que se utilizan los recursos humanos, capital, conocimiento, energía y otros recursos para producir bienes y servicios en el mercado.” (p.142).

Del mismo modo, Anaya (2007) indicó que el vínculo entre la producción de productos o servicios obtenidos y los recursos utilizados para obtenerlos se conoce como productividad (p.87).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Output obtenido}}{\text{Recursos empleados}}$$

Como resultado, la productividad se refiere a la capacidad de producir más con la misma cantidad de recursos o la capacidad de producir la misma cantidad de trabajo con menos recursos.

Olavarrieta (1999) indicó que es la relación entre lo que sale y lo que entra (output / input), o la relación entre lo que se obtiene y los recursos utilizados para obtenerlo. (p.49).

En conclusión, la productividad puede definirse como una medida de la eficacia con la que se han integrado y empleado los recursos para lograr los objetivos precisos deseados.

Según la Organización Internacional del Trabajo mencionaron que la combinación de cuatro elementos clave: tierra, capital, trabajo y organización, da como resultado la creación de productos. La productividad se mide por la relación entre estos elementos y la producción

Según la Agencia Europea de Productividad explicaron que:

El grado en el que cada elemento de producción se utiliza de manera eficaz se denomina productividad. Basado en la conducta que puedes mejorar cada día. Se requieren intentos de adaptar la actividad económica a las condiciones cambiantes, como el uso de nuevas técnicas y metodologías.

Productividad tiene la siguiente definición general:

Productividad = Producción = Resultados Logrados = Insumos Recursos Empleados

Congreso Internacional de Calidad Total (1990) explicaron que la productividad es una métrica de eficiencia económica que está determinada por la relación entre la cantidad de recursos consumidos y la cantidad de bienes o servicios producidos

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producto Obtenidos}}{\text{Insumos Invertidos}}$$

#### Dimensión 1: Eficiencia

Fleitman (2007) describió que la eficiencia es la relación entre el trabajo valioso creado por un individuo y el esfuerzo y tiempo dedicado a hacerlo, está ligada al costo de los recursos empleados y al resultado obtenido (p.92).

$$\text{Eficiencia} = \frac{(\text{Resultado alcanzado} / \text{Costo real}) * \text{tiempo empleado}}{(\text{Resultado esperado} / \text{Costo estimado}) * \text{Tiempo previsto}}$$

Fuente: Fleitman, 2007, p. 92

#### Dimensión 2: Eficacia

Cruelles (2012) definió que “Es el grado en el que se logran los objetivos. Se identifica con el logro de las metas” (p. 11).

Fleitman (2007) mencionó que la eficacia evalúa los resultados obtenidos en función de los objetivos propuestos, siempre que estos se cumplan de forma sistemática y ordenada según su prioridad (p.98).

$$\text{Eficacia} = \frac{(\text{Resultado alcanzado} * 100)}{\text{Resultado previsto}}$$

Fuente: Fleitman, 2007, p. 98

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de Investigación**

Lozada (2014) mencionó que la investigación aplicada tiene como objetivo generar información que pueda aplicarse directamente a los desafíos sociales o industriales. Se basa principalmente en descubrimientos de investigación básica en términos de tecnología, y se ocupa del proceso de conectar teoría y producto. (p.34).

El tipo de investigación aplicada corresponde a este estudio; por qué se resolverá un problema de la realidad, debido a que los datos van a hacer productos de la investigación y en el cual se utilizaran teorías existentes relacionadas con los temas propuestos y soluciones relacionadas a los objetivos de mejora de su productividad.

El nivel de Investigación que presentó fue de nivel descriptivo, ya que se va evaluar y describir los problemas presentes en el proceso de producción, con la finalidad de obtener un análisis e identificar los problemas más relevantes que alteran la variable dependiente.

Arias (2012) definió que:

El estudio descriptivo implica describir hechos realizados a sujetos o grupos para determinar su estructura o comportamiento. En lo que respecta a la profundidad del conocimiento, los resultados de este tipo de investigación se encuentran en algún punto intermedio. (p.24).

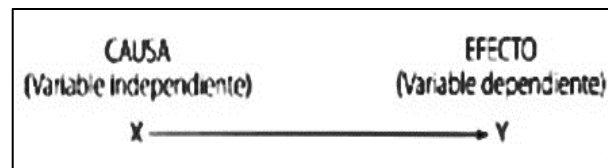
Respecto al enfoque de Investigación, Hernández, et al. (2010) explicaron que parte de una idea, objetivos, preguntas de investigación e hipótesis se forman utilizando la técnica cuantitativa, que es secuencial y probatoria. Se utilizan enfoques estadísticos para determinar las variables, construir las etapas y medir las variables. (p.4).

En este estudio se trabajó con datos reales de acuerdo a nuestra problemática que se ve en el proceso de producción, y por consiguiente se evaluara y verificara los datos obtenidos que luego fueron procesados para la prueba correspondiente de las variables.

Diseño de investigación, sobre el que Hernández, et al. (2014) mencionó que la condición de control en la que una o más variables independientes (causas) se

modifican a propósito para investigar el impacto de la manipulación en una o más variables dependientes (efectos) (p.143).

El diseño que adoptó la investigación fue experimental ya que hubo cierto grado de manipulación de variables tanto como el independiente (SMED), lo cual este va generar una relación de causa-efecto en la productividad definido como variable dependiente.



*Figura 8.* Relación de variable del diseño experimental

Por lo tanto, para la investigación se efectuará dos mediciones: al inicio de la propuesta y al final de la aplicación de la propuesta que fue el Smed.

Esquema:

G: O1 – X – O2

Donde:

O1: Pre – test de Productividad X: Metodología SMED

O2: Post – test de Productividad

### **3.2 Variables y operacionalización**

Las variables que se utilizaron este estudio fueron los siguientes:

#### **Variable independiente: Metodología Smed**

Santos (2010) definió que Smed significa cambio de matriz en mínimo tiempo, teniendo como base menos a diez minutos o de un solo dígito, se descubrió en 1950 por Shingo en la fábrica de Toyo Kogyo por el retraso de producción debido a la falta de un tornillo de apriete (p.151).

#### **Dimensiones: Separar tareas internas y externas**

Santos (2010) señaló:

Internas: Tareas asociadas al set-up que deben realizarse con el equipo parado (o a velocidad reducida).



Externas: tareas asociadas al set-up que se realizan con el equipo en movimiento (produciendo a velocidad normal), antes o después del cambio

Esta clasificación permite identificar oportunidades de cambios quick-wins (p.152).

**Indicador: % de tareas internas y externas**

$$AI = ((AT - AE) / AT) * 100\%$$

$$AE = ((AT - AI) / AT) * 100\%$$

AT: Actividades Totales

AI: Actividades Internas

AE: Actividades Externas

**Dimensiones: Convertir tareas internas en externas**

Santos (2010) mencionó:

El análisis en este punto es profundizar las tareas internas, mientras el proceso funciona normalmente antes o después del set-up (p.152).

**Indicador: Conversión de tareas**

$$CAE = ((AI - AIC) / AI) * 100\%$$

CAE: Conversión de Actividades Externas

AI: Actividades Internas

AIC: Actividades Internas Convertidas

**Dimensiones: Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación**

Santos (2010) señaló:

En esta etapa, que consiste en analizar las actividades, logrando dividir las en operaciones elementales, para luego optimizarlas (p.152).

**Indicador: % de tiempo de preparación de maquinaria**

$$MAT = ((TAP - TAM) / TAP) * 100\%$$

MAT: Mejora de Actividades Totales

TAP: Tiempo de Actividad Programada

TAM: Tiempo de actividad Mejorada

**Variable dependiente: Productividad**

Karl Marx (2015) definió que es la medición de la producción del trabajo expresado magnitudes relativos a los medios de producción que un ente transformó en

producto durante un período de tiempo y fuerza de trabajo (p.45).

Como resultado, la productividad se define como mejorar la producción sin aumentar las horas de trabajo o requerir más esfuerzo de los empleados, mientras se utilizan los mismos recursos o se recibe más por los mismos.

#### **Dimensiones: Eficiencia**

**Indicador: % de Productos preparados a tiempo (PT)**

$$PT = (TPT / TPR) * 100\%$$

PT: Productos a tiempo

TPT: Total de Productos a tiempo por semana

TPR: Total de Productos requeridos por semana

#### **Dimensiones: Eficacia**

**Indicador: % Productos conformes (PC)**

$$PC = (TPC / TPR) * 100\%$$

PC: Productos Conforme

TPC: Total de Productos Conforme

TPR: Total de Productos Requeridos por semana

### **3.3 Población y Muestra**

Al respecto de población, Arias (2012) mencionó que la población objetivo, es un grupo finito o infinito de elementos con características comunes para los que las conclusiones de la investigación serán amplias. Esto se define por el problema y los objetivos del estudio (p. 81).

La población de esta investigación estuvo conformada por el área de producción que cuenta con 12 máquinas y del cual se llevara a ejecutar en 12 semanas, haciendo uso de la aplicación de los indicadores del antes y después del estudio en la empresa FADRI S.A.C.

Sobre muestra, Arias (2012) definió que representa un subconjunto finito y representativo de la población de estudio a la que se puede acceder (p.83).

La muestra para este estudio se determinó a conveniencia, se utilizó un modelo no probabilístico en el que la muestra fue igual a la población. Además, por la estrategia de investigación que se utilizó en este estudio.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica conveniente para la presente investigación fue la observación y registros, ya que permitió adquirir información real de los hechos o sucesos e identificar los procesos, comportamientos y conductas de los operarios y las máquinas, haciendo el uso de los instrumentos que anexen la información requerida para su estudio respectivo.

Los instrumentos, que se usaron para la obtención de información de los diferentes procesos diseñados para metodología Smed, se encuentran en el anexo 3; fueron seis fichas o formatos que permitieron registrar datos de previos a la observación, como la identificación del tipo de paradas y que lo ocasiona, el motivo y el tiempo de las mismas. Del cual, se le asigna a cada trabajador con previa capacitación para su correcto llenado.

### **3.5 Validez de los instrumentos de medición**

Sobre la validez, Landeau (2007) mencionó que el grado en que el instrumento ofrece datos que reflejan con precisión las características que se van a investigar se denomina validez.

La validación de los instrumentos que se aplicaron en la recolección de datos de esta investigación fue verificada mediante el juicio de tres expertos que cumplan con el grado adecuado para realizar esta labor, en la cual dieron como resultado la condición de aplicable. Estos documentos de validez se muestran en el anexo 14.

Tabla 1. *Validación por juicio de expertos*

<b>Experto</b>	<b>Grado</b>	<b>Resultado</b>
Panta Salazar Javier Francisco	Doctor	Aplicable
Luz Graciela Sánchez Ramírez	Doctor	Aplicable
Santos Esparza Carlos	Magister	Aplicable

### **3.6 Método de análisis de datos**

Se aplicó dos niveles de la estadística para detallar o mostrar los resultados del estudio de investigación. Mediante un análisis descriptivo se aplicará el programa SPSS v.25, que nos permitió describir de manera detallada la tendencia de las variables sobre todo la variable dependiente; datos obtenidos de la población y del

cual nos confirmó si nuestra hipótesis es aprobada o no, con la intención de que nos proporcione medios para llegar a los objetivos de la investigación.

### **3.7 Aspectos éticos**

Para esta investigación se consultó información de la empresa, la cual se revisó y analizó de forma cuidadosa; esto se realizó con el permiso del personal a cargo del área de producción. En consecuencia, al escribir a la empresa FADRI S.A.C., se solicitó formalmente el permiso para utilizar los datos y se tuvo el apoyo de los colaboradores de la empresa. (ver anexo 16)

## **IV. RESULTADOS**

### **Situación actual de la empresa**

FADRI S.A.C. cuyo rubro comercial es la metalmecánica; fabrica, distribuye e importa repuestos automotrices, ya sea para motos Bajaj o automóviles. Tiene más de 20 años en el mercado nacional; atiende a los talleres mecánicos y empresas peruanas.

Se ubica en la Av. los parques 334 Urb. Valdiviezo, Ate. Además, cuenta con un número telefónico: 326 2802 y un correo electrónico: ventas@fadrisac.com.

### **Historia**

FADRI S.A.C. se originó en el año 1993, dedicada al mercado de la fabricación, distribución y servicio de pernería, lo cual, estos se clasifican según la categoría a las que pertenezcan, ya sea pernos, tuercas, válvulas, platillos, resortes, guachas, entre otros productos. Los cuales son laborados con piezas en base a fierro, bronce, aluminio y acero inoxidable.

En el año 2004, a inicios del mes de octubre la empresa recibe un reconocimiento como representante de la empresa BANDO, incorporando en sus líneas de distribución y de transmisión de fajas automotriz, industrial y doméstica, lo que significó un crecimiento de la empresa y colocándose como una de las más reconocidas en su sector.

Misión: Dedicado a ayudar a nuestros clientes en su progreso proporcionándoles piezas de repuesto de alta calidad y un excelente servicio de atención al cliente.

Visión: Ser líderes nacionales en la fabricación y distribución de repuestos automotrices e industriales, brindando productos de alta calidad para satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

### **Descripción del proceso del área de producción**

Comienza con la cotización remitida por el área de compra y ventas, del cual se procede a dar a conocer la cotización del requerimiento y planificar el tiempo de elaboración del producto. Por otro lado, también se consulta al encargado del área de producción si se cuenta con el material para elaborar el producto, si no se hace

el requerimiento de la materia prima, con el fin de planificar el tiempo exacto de entrega del producto para que no exista una incomodidad de parte del comprador.

Por consiguiente, después de realizar todos estos puntos se procede a dar a la elaboración del producto, lo cual se debe realizar antes del tiempo planificado, por ello en el proceso de producción se llegó a evidenciar un desorden y poca limpieza de los equipos y la demora en la preparación del lote de producción. También la inexistencia de un manejo adecuado de los materiales, sumado a ello la falta de control en las actividades diarias y la recepción de estos productos terminados.

Se tuvo reunión con el representante de la empresa, a quien se le comento la falta orden de trabajo y la inexistencia de los manejos de los materiales, lo cual notifico esta se daba por la falta de tiempo para abocarse a la mejora del problema en el área, por lo que solo se enfocaba en que se cumpla la entrega del producto a los clientes en el tiempo pactado y por otro lado no contaba con un personal que fomenta la mejora y este sea capaz de mejorar dicho problema. Sin embargo, estaba dispuesto a colaborar con la propuesta de mejora.

En el área de producción se va identificar físicamente los problemas de las actividades que se realizan en dicha área.

Las actividades críticas del proceso de producción, se evidenció que, al considerar los materiales en stock, tales no se encuentran en un buen estado u orden, ya que algunos productos o materiales se encuentran distorsionados por el área lo que cual genera un retraso en la preparación de la máquina. Por otro lado, en la parte de elaboración se identificó los problemas de tiempo para elaborar el producto solicitado, ya que no existe un déficit en el área de trabajo, piezas de la maquina defectuosas y/o desorden de las mismas.

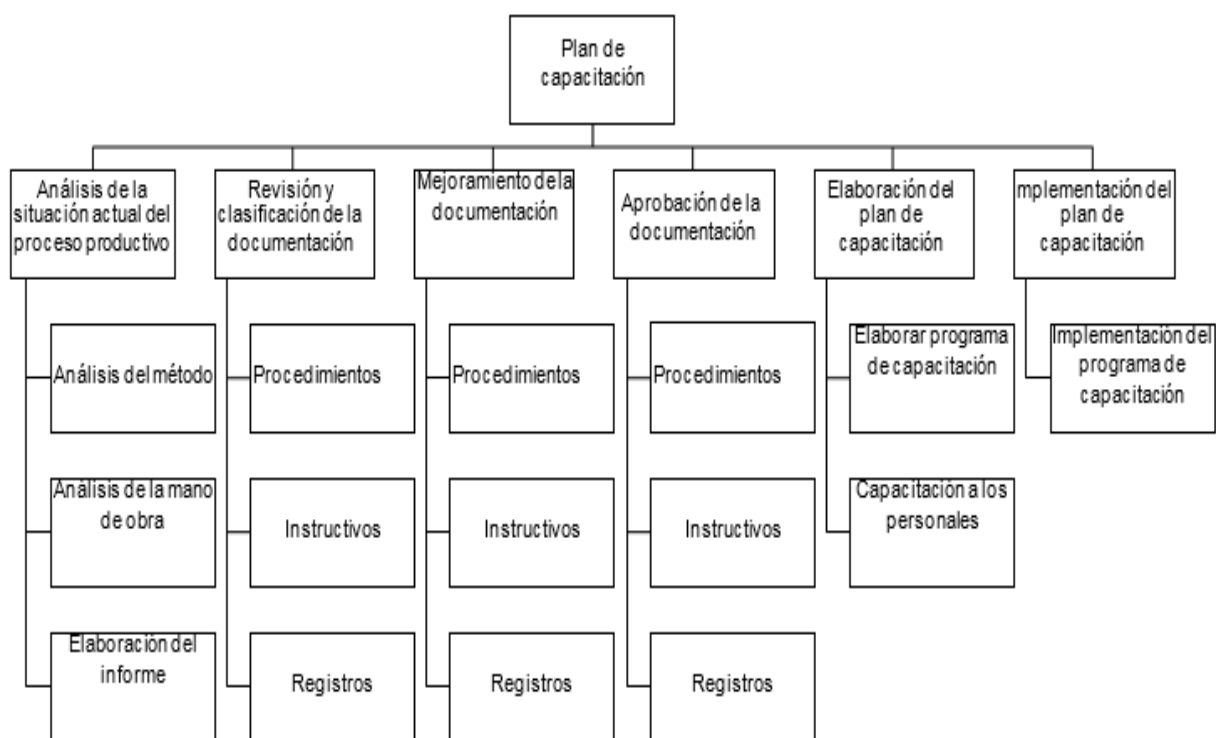
También podemos mencionar que a falta de un sistema de refrigeración en algunos equipos se genera un retraso, ya que estos generan un desgaste en los materiales del equipo y también un desperfecto en el producto. Por lo que, la empresa aplica un método de trabajo no

adecuado, como es el uso de un objeto (botella con líquido) para aplicarlo como método de refrigeración del material.

Finalmente, se logró identificar un desorden en el momento de almacenamiento del producto terminado, ya que estos simplemente se almacenan en un lado de la parte del área de producción.

**Propuesta de mejora**

Tuvo que ver con la implementación de mejora de la metodología SMED, en primer lugar, se realizó una estructura del plan de capacitación y a su vez un cronograma de actividades (Véase anexo 18) que hicieron para desarrollar la preparación e implementación de la metodología SMED.




*Figura 1.* Estructura del plan de capacitación

Fuente: Elaboración propia

**Estudio de la operación de cambio**

En el área de producción se eligió a la máquina Torno Revolver, en el cual se observó las actividades, el tiempo en que se realiza cada actividad, todo ello se registró en la ficha de observación de la tabla 2.

Tabla 2. *Ficha de observación del estudio del tiempo*

FICHA DE OBSERVACIÓN			
		FICHA DEL ESTUDIO DE TIEMPO	
<b>Máquina</b>	Torno Revolver	<b>Proceso</b>	Limpieza y programación de pin de palanca
<b>Elaborado por:</b>	Operario 1	<b>Tiempo</b>	
<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Minutos</b>	<b>Segundos</b>
1	Inicio		
2	Apagar torno revolver		10
3	Traer y colocarse guantes		30
4	Traer envase para colocar piezas		10
5	Separar piezas y virutas	20	13
6	Retirar piezas del lote anterior	12	5
7	Retirar viruta del lote anterior	12	37
8	Llevar piezas al almacén	4	23
9	Llevar viruta al cilindro	3	14
10	Traer líquido refrigerante	2	6
11	Llenar líquido refrigerante		45
12	Traer trapo para limpiar maquina		8
13	Encender líquido y limpiar maquina	3	49
14	Traer herramienta para desarmar cuchillas		27
15	Desarmar cuchilla de rebaje	2	23
16	Desarmar cuchilla de corte	1	14
17	Desarmar broca		33
18	Llevar piezas desarmadas al stand		17
19	Traer material para elaborar pin	1	16
20	Limpiar material		20
21	Colocar material en la maquina	1	2
22	Ajustar material a la maquina		8
23	Calibrar tope de salida del material		27
24	Traer cuchillas para pin	1	7
25	Afilas cuchillas de rebaje para pin	5	47
26	Colocar cuchilla de rebaje para pin	2	34
27	Colocar cuchilla de corte para pin	2	11
28	Traer broca		14
29	Colocar broca		41
30	Calibrar cuchilla de rebaje	3	6
31	Calibrar cuchilla de corte	2	51
32	Calibrar broca	1	47
<b>SUMA TOTAL TIEMPO</b>		<b>77</b>	<b>695</b>
<b>TOTAL DE TIEMPO</b>		<b>1hr 28min 35 seg</b>	


Fuente: Elaboración propia

### Separación de la preparación de tareas internas en externas

Para esta etapa se realizó el análisis de la primera ficha de observación (Véase Tabla 2), con el fin de identificar las cantidades existentes de actividades internas y externas, para finalmente separarlas en su respectiva función (Véase Tabla 3 y 4).



Tabla 3. Registro de operaciones internas

FICHA DE OBSERVACIÓN			
		FICHA DE OPERACIONES INTERNAS	
<b>Máquina</b>	Torno Revolver	<b>Proceso</b>	Limpieza y programación de pin de palanca
<b>Elaborado por:</b>	Carlos Prado y Saúl Quispe	<b>Tiempo</b>	
<b>N°</b>	<b>Actividades Internas</b>	<b>Min</b>	<b>Seg</b>
5	Separar piezas y virutas	20	13
6	Retirar piezas del lote anterior	12	5
7	Retirar viruta del lote anterior	12	37
11	Llenar liquido refrigerante		45
13	Encender líquido y limpiar maquina	3	49
15	Desarmar cuchilla de rebaje	2	23
16	Desarmar cuchilla de corte	1	14
17	Desarmar broca		33
20	Limpiar material		20
21	Colocar material en la maquina	1	2
22	Ajustar material a la maquina		8
23	Calibrar tope de salida del material		27
25	Afilasr cuchillas de rebaje para pin	5	47
26	Colocar cuchilla de rebaje para pin	2	34
27	Colocar cuchilla de corte para pin	2	11
28	Colocar broca		41
29	Calibrar cuchilla de rebaje	3	6
30	Calibrar cuchilla de corte	2	51
31	Calibrar broca	1	47
<b>SUMA TOTAL TIEMPO</b>		66	513
<b>TOTAL DE TIEMPO</b>		<b>1 hr 14 min 33 seg</b>	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Ficha de datos de operaciones externas


FICHA DE OBSERVACIÓN			
		HOJA DE OPERACIONES EXTERNAS	
<b>Máquina</b>	Torno Revolver	<b>Proceso</b>	Limpieza y programación de pin de palanca
<b>Elaborado por:</b>	Carlos Prado y Saúl Quispe		<b>Tiempo</b>
<b>N°</b>	<b>Actividades Externas</b>	<b>Minutos</b>	<b>Segundos</b>
3	Traer y colocarse guantes		30
4	Traer envase para colocar piezas		10
8	Llevar piezas al almacén	4	23
9	Llevar viruta al cilindro	3	14
10	Traer líquido refrigerante	2	6
12	Traer trapo para limpiar maquina		8
14	Traer herramienta para desarmar cuchil		27
18	Llevar piezas desarmadas al stand		17
19	Traer material para elaborar pin	1	16
24	Traer cuchillas para pin	1	7
28	Traer broca		14
<b>SUMA TOTAL TIEMPO</b>		11	172
<b>TOTAL DE TIEMPO</b>		<b>13 min 52 seg</b>	

Fuente: Elaboración propia

### Conversión de tareas internas en externas

En esta etapa se identificó que tipo de actividades fueron consideraron como internas para su posterior conversión en actividades externas (tabla 5), para así poder disminuir tiempos de parada en la preparación de máquina y también con la finalidad de optimizar en la siguiente etapa todas las actividades.

Tabla 5. Conversión de actividades internas a externas

FICHA DE OBSERVACIÓN							
		FICHA DE CONVERSIÓN DE TAREAS INTERNAS A EXTERNAS					
Máquina	Torno Revolver	Proceso	Limpieza y programación de pin de palanca				
Observado por	Carlos Prado y Saúl Quispe		Tiempo		Conversión de Actividades		Tiempo
N°	Actividades Internas	Min	Seg	N°	Actividades Externas	Min	Seg
13	Encender líquido y limpiar maquina	3	49	3	Traer y colocarse guantes		30
15	Desarmar cuchilla de rebaje	2	23	4	Traer envase para colocar piezas		10
16	Desarmar cuchilla de corte	1	14	8	Llevar piezas al almacén	4	23
17	Desarmar broca		33	9	Llevar viruta al cilindro	3	14
23	Calibrar tope de salida del material		27	10	Traer líquido refrigerante	2	6
26	Colocar cuchilla de rebaje para pin	2	34	12	Traer trapo para limpiar maquina		8
27	Colocar cuchilla de corte para pin	2	11	14	Traer herramienta para desarmar cuchil		27
28	Colocar broca		41	18	Llevar piezas desarmadas al stand		17
29	Calibrar cuchilla de rebaje	3	6	19	Traer material para elaborar pin	1	16
30	Calibrar cuchilla de corte	2	51	24	Traer cuchillas para pin	1	7
31	Calibrar broca	1	47	28	Traer broca		14
				5	Separar piezas y virutas	20	13
				6	Retirar piezas del lote anterior	12	5
				7	Retirar viruta del lote anterior	12	37
				11	Llenar liquido refrigerante		45
				20	Limpiar material		20
				21	Colocar material en la maquina	1	2
				22	Ajustar material a la maquina		8
				25	Afilas cuchillas de rebaje para pin	5	47
SUMA TOTAL TIEMPO		16	336	SUMA TOTAL TIEMPO		61	349
TOTAL DE TIEMPO		21 min 36 seg		TOTAL DE TIEMPO		1 hr 6 min 49 seg	

Fuente: Elaboración propia

## Perfeccionar la operación de preparación


Para esta etapa se analizan las actividades internas como externas, para optimizar todas las actividades, de acuerdo a lo planteado por nuestro ámbito de estudio con el fin de poseer menos tiempos de preparación de máquina, del cual se puede observar en las siguientes figuras (Véase Tabla 6 y 7).

Tabla 6. *Ficha de actividades internas*

		<b>FICHA DE OPTIMIZACIÓN</b>			
<b>Máquina</b>	Torno Revolver	<b>Proceso</b>	Limpieza y programación de pin de palanca		
<b>Elaborado por:</b>	Carlos Prado y Saúl Quispe		<b>Tiempo</b>		<b>Tiempo Optimizado</b>
<b>N°</b>	<b>Actividades Internas</b>	<b>Min</b>	<b>Seg</b>	<b>Min</b>	<b>Seg</b>
13	Encender líquido y limpiar maquina	3	49	2	16
15	Desarmar cuchilla de rebaje	2	23	1	37
16	Desarmar cuchilla de corte	1	14		45
17	Desarmar broca		33		33
23	Calibrar tope de salida del material		27		14
26	Colocar cuchilla de rebaje para pin	2	34	1	24
27	Colocar cuchilla de corte para pin	2	11	1	7
28	Colocar broca		41		41
29	Calibrar cuchilla de rebaje	3	6	1	57
30	Calibrar cuchilla de corte	2	51	1	45
31	Calibrar broca	1	47	1	3
<b>SUMA TOTAL TIEMPO</b>		16	336	8	322
<b>TOTAL DE TIEMPO</b>		<b>21 min 36 seg</b>		<b>13 min 22 seg</b>	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. *Tabla de optimización de actividades externas*

		<b>FICHA DE OPTIMIZACIÓN</b>			
<b>Máquina</b>	Torno Revolver	<b>Proceso</b>	Limpieza y programación de pin de palanca		
<b>Elaborado p</b>	Carlos Prado y Saúl Quispe	<b>Tiempo</b>		<b>Tiempo Optimizado</b>	
<b>N°</b>	<b>Actividades Externas</b>	<b>Min</b>	<b>Seg</b>	<b>Min</b>	<b>Seg</b>
3	Traer y colocarse guantes		30		5
4	Traer envase para colocar piezas		10		3
8	Llevar piezas al almacén	4	23	1	48
9	Llevar viruta al cilindro	3	14	2	16
10	Traer líquido refrigerante	2	6	1	21
12	Traer trapo para limpiar maquina		8		0
14	Traer herramienta para desarmar cuchil		27		11
18	Llevar piezas desarmadas al stand		17		17
19	Traer material para elaborar pin	1	16		37
24	Traer cuchillas para pin	1	7		54
28	Traer broca		14		0
5	Separar piezas y virutas	20	13	11	49
6	Retirar piezas del lote anterior	12	5	8	21
7	Retirar viruta del lote anterior	12	37	9	15
11	Llenar liquido refrigerante		45		20
20	Limpiar material		20		20
21	Colocar material en la maquina	1	2		51
22	Ajustar material a la maquina		8		8
25	Afilas cuchillas de rebaje para pin	5	47	3	4
<b>SUMA TOTAL TIEMPO</b>		61	349	35	400
<b>TOTAL DE TIEMPO</b>		<b>1hr 6 min 49 seg</b>		<b>41 min 40 seg</b>	

Fuente: Elaboración propia

## Medición de la V.I. - Metodología SMED

### Dimensión: Separación de tareas internas en externas

Tabla 8. Comparación de separación internas a externas pre/post obtenida

SEMANA	% de actividades internas - Pre	% de actividades internas - Post
1	65%	35%
2	61%	39%
3	53%	47%
4	55%	45%
5	60%	40%
6	57%	43%
7	52%	48%
8	56%	44%
9	58%	42%
10	53%	47%
11	53%	47%
12	64%	36%
<b>PROMEDIO</b>	<b>57%</b>	<b>43%</b>

Fuente: Elaboración propia

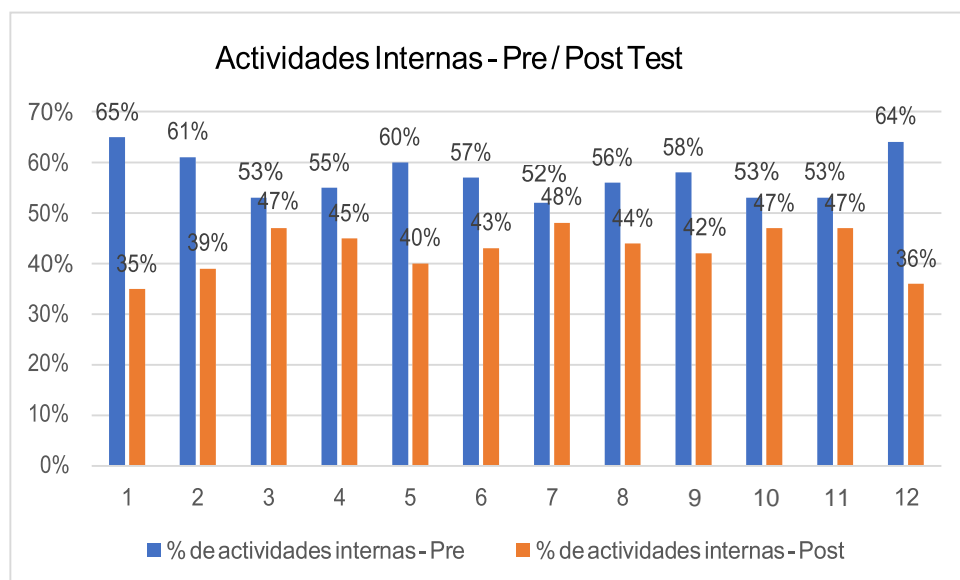


Figura 2. Resultado sobre % de actividades internas– pre / post

Interpretación: La figura 23, tuvo un promedio de 57%, y en post– test con un promedio de 43%, lo cual hay una disminución del 14% sobre la primera toma inicial de actividades internas.

Indicador: % de tareas externas

Tabla 9. Comparación de separación internas a externa pre/post obtenida

SEMANA	% de actividades externas - Pre	% de actividades externas - Post
1	35%	65%
2	39%	61%
3	47%	53%
4	45%	55%
5	40%	60%
6	43%	57%
7	48%	52%
8	44%	56%
9	42%	58%
10	47%	53%
11	47%	53%
12	36%	64%
<b>PROMEDIO</b>	<b>43%</b>	<b>57%</b>

Fuente: Elaboración propia

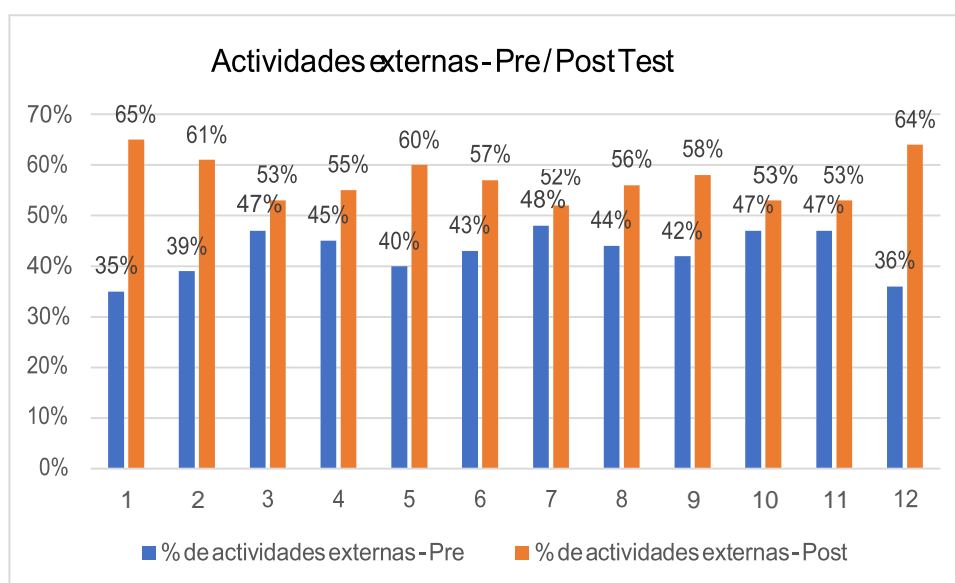


Figura 3. Resultado sobre % de actividades externas – pre / post

Interpretación: La figura 24, tuvo un promedio de 43%, y en post- test con un promedio de 57%, lo cual hay un aumento del 14% sobre la primera toma inicial de actividades externas.

## Dimensión: Conversión de tareas internas a externas

Indicador: % de tareas convertidas

Tabla 10. Comparación de la conversión de tareas internas en externas

SEMANA	% de tareas convertidas - Pre	% de tareas convertidas - Post
1	0%	55%
2	0%	64%
3	0%	88%
4	0%	81%
5	0%	67%
6	0%	76%
7	0%	93%
8	0%	79%
9	0%	74%
10	0%	88%
11	0%	88%
12	0%	56%
<b>Promedio</b>	0%	76%

Fuente: Elaboración propia

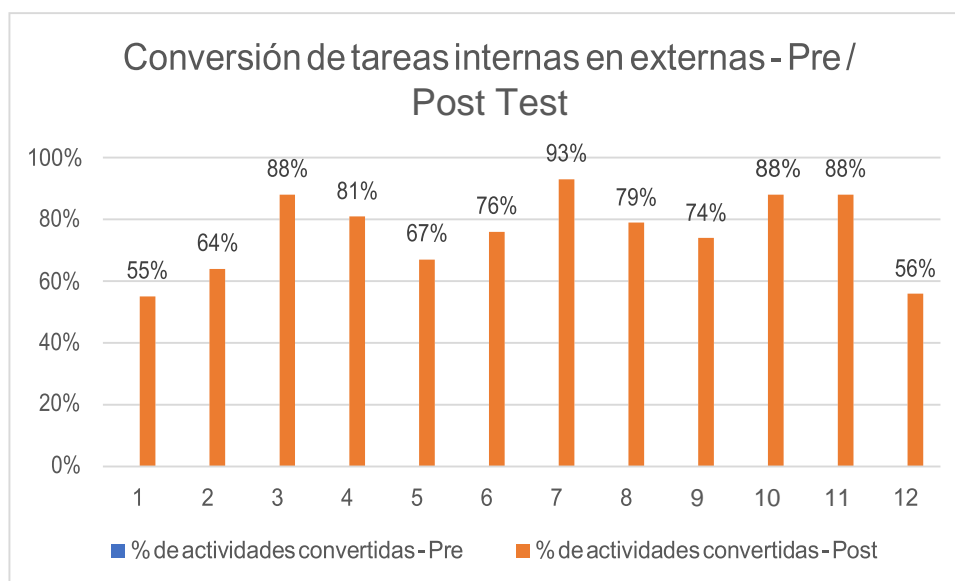


Figura 4. % de actividades internas convertidas en externas – pre / post

Interpretación: La figura 25, tuvo un promedio de 0%, ya que no se realiza aún alguna conversión y en el post – test con un promedio de 76%, lo cual hay un aumento del 76% sobre la primera toma inicial de actividades internas.



## Dimensión: Perfeccionar aspectos de preparación

**Indicador:** % de tiempo de preparación de maquinaria

Tabla 11. Comparación de perfeccionar la operación de preparación

SEMANA	% tiempo de preparación - Pre	% de tiempo de preparación - Post
1	82%	89%
2	81%	88%
3	81%	88%
4	82%	90%
5	82%	90%
6	80%	90%
7	87%	91%
8	89%	92%
9	81%	87%
10	81%	87%
11	81%	85%
12	90%	92%
<b>Promedio</b>	<b>83%</b>	<b>89%</b>

Fuente: Elaboración propia

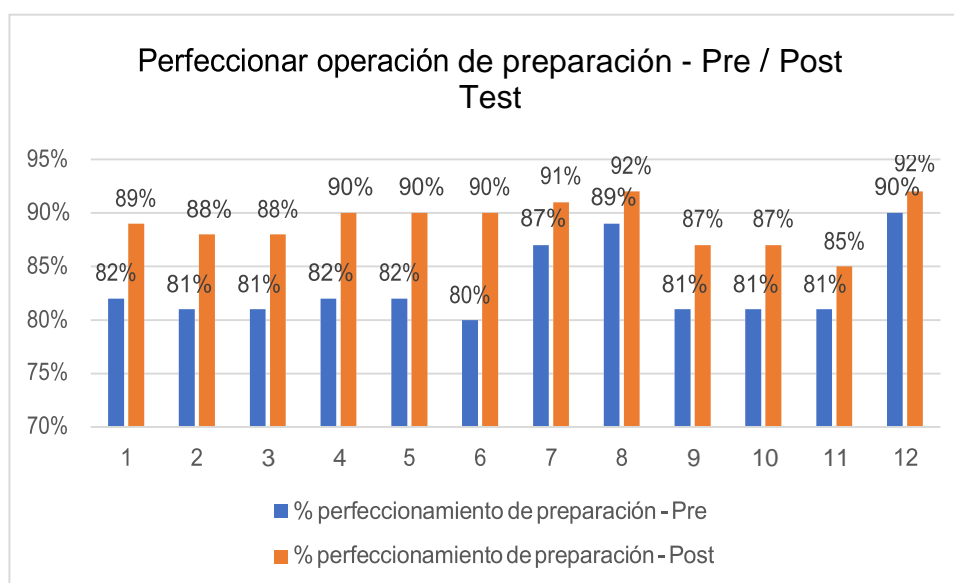


Figura 5. Resultado sobre % de perfeccionar operaciones de preparación

Interpretación: La figura 26, tuvo un promedio de 83%, en la preparación de la maquinaria y en el post – test con un promedio de 89%, lo cual hay una de tiempo de preparación del 6% sobre la primera toma inicial.

## Evaluación de la variable dependiente: Productividad – Pre Test

### Dimensión: Eficiencia

Tabla 12. Datos de eficiencia - Pre test

EFICIENCIA						
AÑO	MES	TOTAL DE PRODUCTOS REQUERIDOS/ MES	SEMANA	TOTAL DE PRODUCTOS REQUERIDOS/ SEMANA	TOTAL DE PRODUCTOS PREPARADOS A TIEMPO	OS PREPARADOS A TIEMPO
2018	ABRIL	7500	1	2000	1677	84%
			2	1700	1431	84%
			3	1800	1511	84%
			4	2000	1837	92%
	MAYO	8000	5	2000	1435	72%
			6	2000	1942	97%
			7	2000	1453	73%
			8	2000	1344	67%
	JUNIO	6000	9	1500	1355	90%
			10	1500	1347	90%
			11	1500	1265	84%
			12	1500	1372	91%

Fuente: Elaboración propia

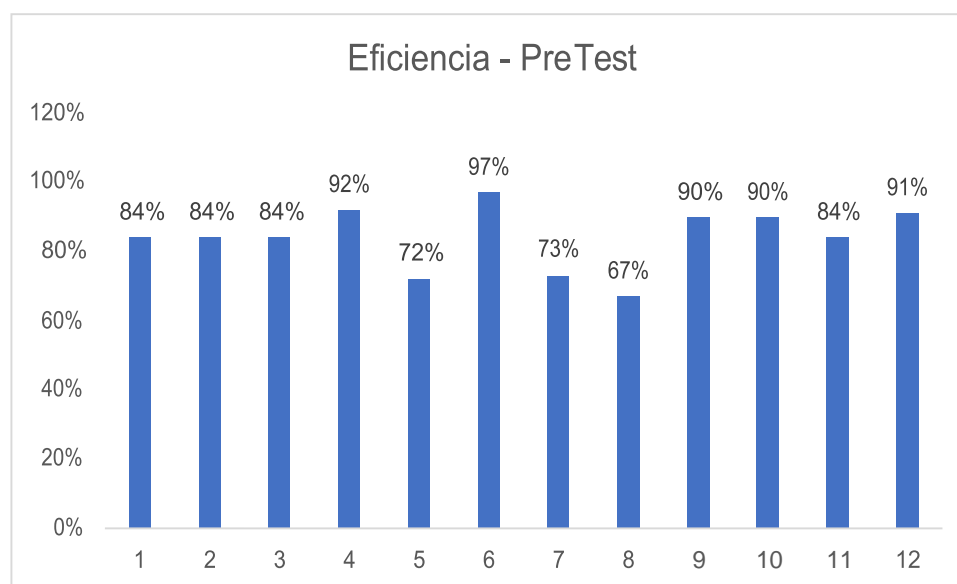


Figura 6. Resultado sobre % de productos preparados a tiempo – Pre Test

Interpretación: La figura 27, muestra un pre-test de la dimensión eficiencia, con un promedio de 84% de productos preparados a tiempo.

## Dimensión: Eficacia

Tabla 13. Datos de eficacia - Pre test

EFICACIA						
AÑO	MES	TOTAL DE PRODUCTOS REQUERIDOS/MES	SEMANA	TOTAL DE PRODUCTOS REQUERIDOS/ SEMANA	NÚMERO DE PRODUCTOS CONFORMES	% PRODUCTOS CONFORMES
2018	ABRIL	7500	1	2000	1577	79%
			2	1700	1331	78%
			3	1800	1311	73%
			4	2000	1637	82%
	MAYO	8000	5	2000	1235	62%
			6	2000	1842	92%
			7	2000	1400	70%
			8	2000	1300	65%
	JUNIO	6000	9	1500	1327	88%
			10	1500	1330	89%
			11	1500	1250	83%
			12	1500	1310	87%

Fuente: Elaboración propia

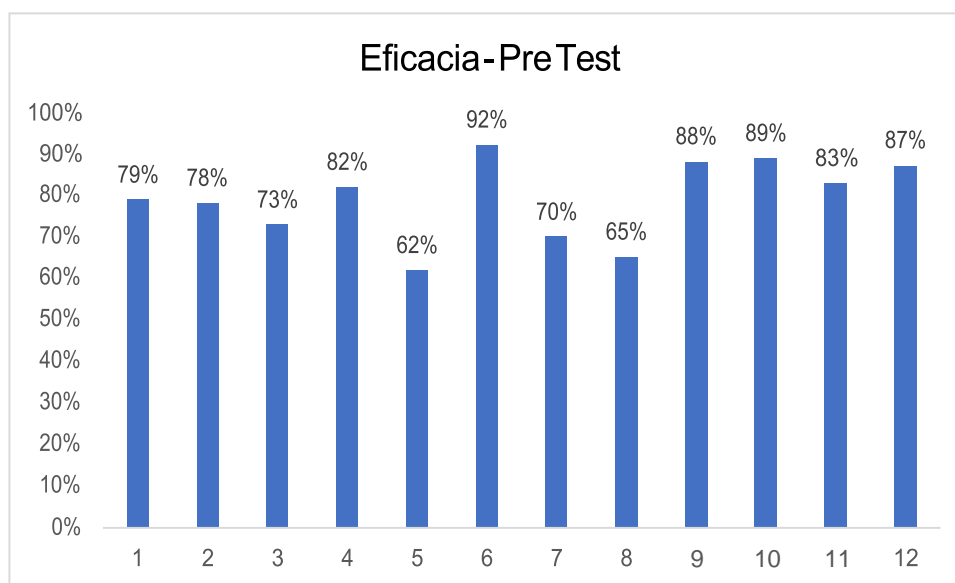


Figura 7. Resultado sobre % de productos conformes – Pre Test

Interpretación: La figura 28, muestra un pre – test de la dimensión eficacia, con un promedio de 79% de productos preparados a tiempo.

## Variable Productividad – Pre Test

Tabla 14. Toma de datos de productividad - Pre test

PRODUCTIVIDAD					
AÑO	MES	TOTAL DE PRODUCTOS REQUERIDOS / MES	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
2018	ABRIL	7500	84%	79%	66%
			84%	78%	66%
			84%	73%	61%
			92%	82%	75%
	MAYO	8000	72%	62%	45%
			97%	92%	89%
			73%	70%	51%
			67%	65%	44%
	JUNIO	6000	90%	88%	79%
			90%	89%	80%
			84%	83%	70%
			91%	87%	79%

Fuente: Elaboración propia

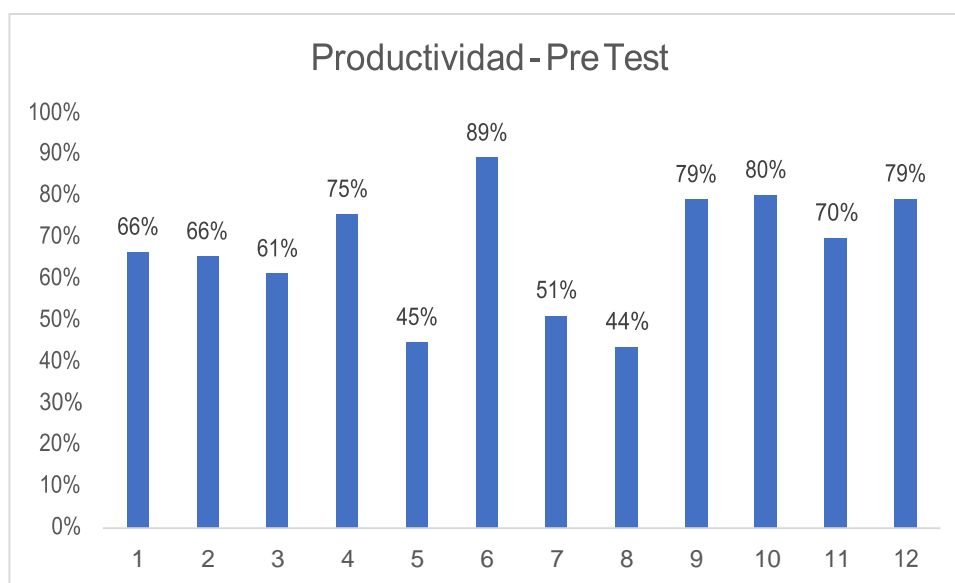


Figura 8. Resultado sobre % de productividad – Pre Test

Interpretación: La figura 29, muestra un pre – test del indicador productividad, con una media del 67% de productos preparados a tiempo.

## Descriptivos de la Productividad – Pre Test

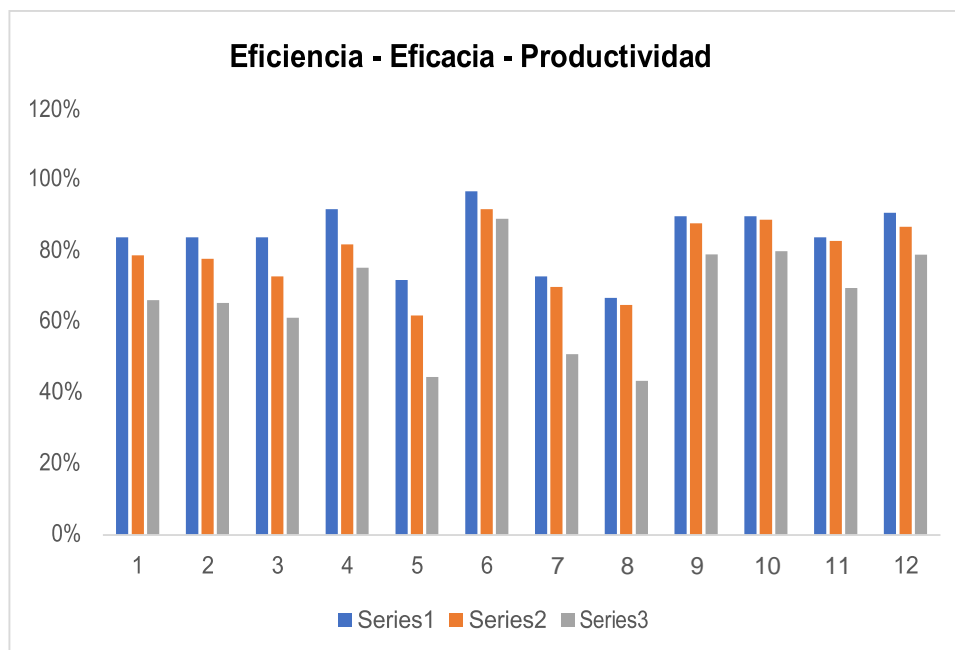


Figura 9. Resultado sobre la variable dependiente – Pre Test

Tabla 15. Estadística descriptiva de la variable dependiente - Pre test

	<b><i>Eficiencia</i></b>	<b><i>Eficacia</i></b>	<b><i>Productividad</i></b>
Media	0.84	Media 0.79	Media 0.670833333
Error típico	0.02622744	Error típico 0.02809616	Error típico 0.041931733
Mediana	0.84	Mediana 0.805	Mediana 0.68
Moda	0.84	Moda	Moda 0.66
Desviación estándar	0.09085453	Desviación 0.09732794	Desviación estándar 0.145255783
Mínimo	0.67	Mínimo 0.62	Mínimo 0.44
Máximo	0.97	Máximo 0.92	Máximo 0.89

Fuente: Excel – Análisis de Datos

Interpretación: La figura 30, muestra el % de eficiencia está por encima del % de eficacia y productividad, lo cual resultados. La tabla 15 se muestra la estadística descriptiva, en donde la eficiencia tiene una media del 84%, una mediana del 84%, una moda del 84%, con un mínimo 67% y máximo de 97%. Por otro lado, la eficacia representa una media de 79%, una mediana del 80%, con un mínimo 67% y máximo de 97%. Finalmente, para la productividad con una media del 67%, una mediana del 68%, una moda del 66%, con un mínimo de 44% y máximo del 89%.

## Evaluación de la productividad – Post Test

### Dimensión: Eficiencia

Tabla 16. *Tabla de toma de datos eficiencia - Post test*

EFICIENCIA						
AÑO	MES	TOTAL DE PRODUCTOS REQUERIDOS/ MES	SEMANA	TOTAL DE PRODUCTOS REQUERIDOS/ SEMANA	TOTAL DE PRODUCTOS PREPARADOS A TIEMPO	% PEDIDOS PREPARADOS A TIEMPO
2018	JULIO	8700	1	2300	2085	91%
			2	1800	1570	87%
			3	2600	2500	96%
			4	2000	1837	92%
	AGOSTO	8550	5	2100	1815	86%
			6	2000	1950	98%
			7	2450	2238	91%
			8	2000	1695	85%
	SETIEMBRE	6350	9	1600	1490	93%
			10	1500	1380	92%
			11	1750	1570	90%
			12	1500	1410	94%

Fuente: Elaboración propia

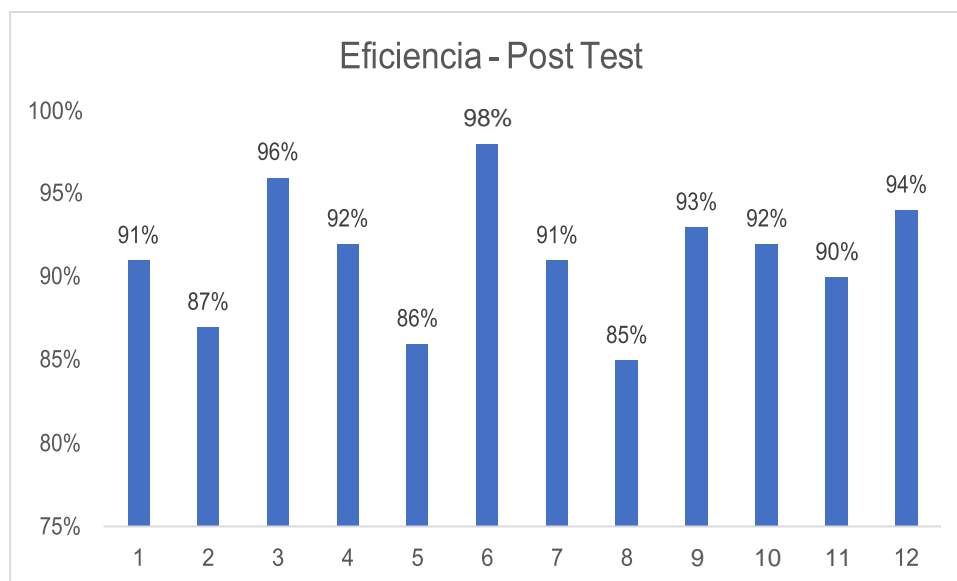


Figura 10. Resultado sobre % pedidos preparados a tiempo-post test

Interpretación: La figura 31, muestra un post – test de la dimensión eficiencia, con un promedio de 91% de productos preparados a tiempo.

## Dimensión: Eficacia

Tabla 17. *Tabla de toma de datos de eficacia - Post test*

EFICACIA						
AÑO	MES	TOTAL DE PRODUCTOS REQUERIDOS/ MES	SEMANA	TOTAL DE PRODUCTOS REQUERIDOS/ SEMANA	TOTAL DE PRODUCTOS CONFORMES	PRODUCTOS CONFORMES
2018	JULIO	8700	1	2300	2010	87%
			2	1800	1535	85%
			3	2600	2427	93%
			4	2000	1645	82%
	AGOSTO	8550	5	2100	1815	86%
			6	2000	1950	98%
			7	2450	2238	91%
			8	2000	1695	85%
	SETIEMBRE	6350	9	1600	1380	86%
			10	1500	1380	92%
			11	1750	1570	90%
			12	1500	1355	90%

Fuente: Elaboración propia

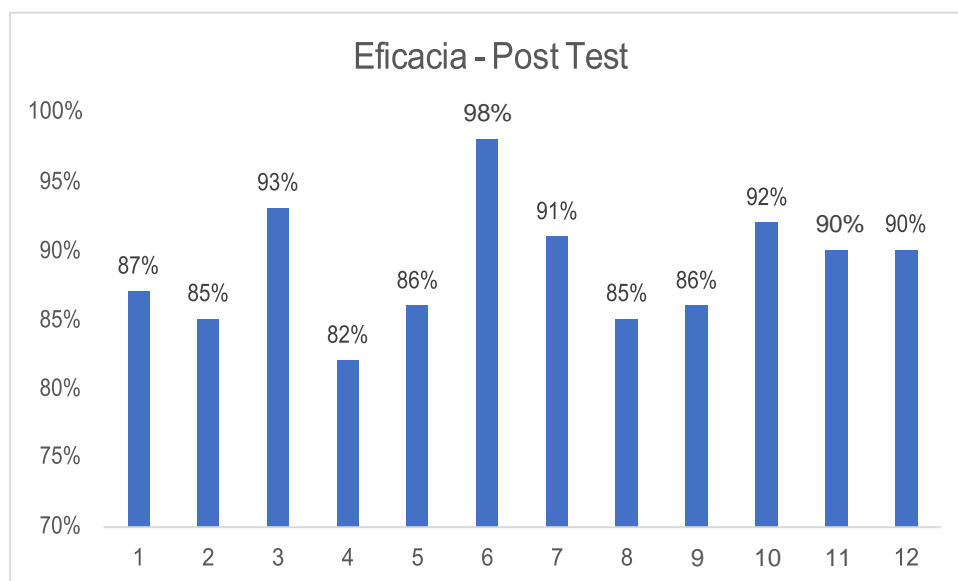


Figura 11. Resultado sobre % de productos conformes – post test

Interpretación: La figura 32, muestra un post – test de la dimensión eficacia, con un promedio de 89% de productos conformes.

## Variable Productividad – Post Test

Tabla 18. *Tabla de toma de datos de eficacia - Post test*

PRODUCTIVIDAD					
AÑO	MES	TOTAL DE PRODUCTOS REQUERIDOS / MES	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
2018	JULIO	8700	91%	87%	79%
			87%	85%	74%
			96%	93%	89%
			92%	82%	75%
	AGOSTO	8550	86%	86%	74%
			98%	98%	96%
			91%	91%	83%
			85%	85%	72%
	SETIEMBRE	6350	93%	86%	80%
			92%	92%	85%
			90%	90%	81%
			94%	90%	85%

Fuente: Elaboración propia

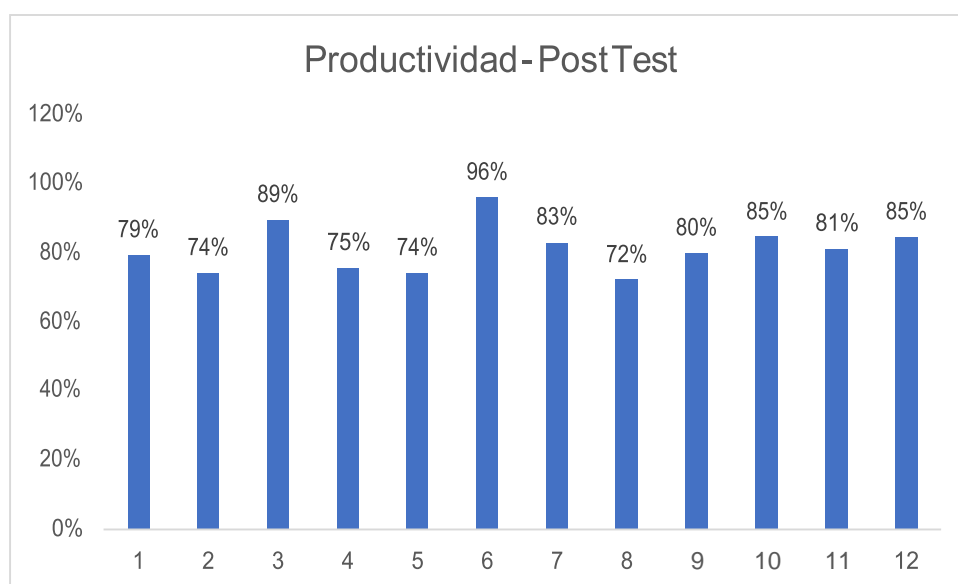


Figura 12. Resultado sobre la variable dependiente – Post Test

Interpretación: La figura 33, muestra un post – test de la variable dependiente productividad, con un promedio de 81% de productos preparados a tiempo.



## Descriptivos de la Productividad – Post Test

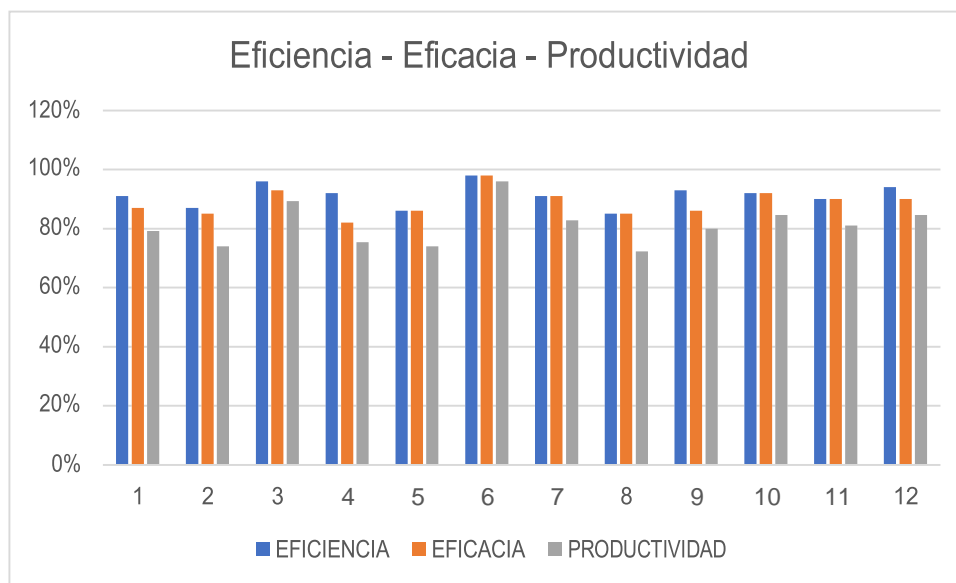


Figura 13. Resultado sobre la variable dependiente – Post Test

Tabla 19. Estadística descriptiva de la variable dependiente - Post test

	<b><i>Eficiencia</i></b>	<b><i>Eficacia</i></b>	<b><i>Productividad</i></b>
Media	0.9125	0.89083333	0.81333333
Mediana	0.915	0.895	0.805
Moda	0.91	0.86	0.85
Mínimo	0.85	0.82	0.72
Máximo	0.98	0.98	0.96

Fuente: Excel – Análisis de Datos

Interpretación: La figura 34, muestra el % de eficiencia, eficacia y productividad con valores óptimos. Asimismo, en la tabla 19 se muestra la estadística descriptiva, en donde la eficiencia tiene una media del 91%, una mediana del 91%, una moda del 91%, con un mínimo 85% y máximo de 98%. Por otro lado, la eficacia representa una media de 89%, una mediana del 89%, una moda del 86%, con un mínimo 82% y máximo de 98%. Finalmente, para la productividad con una media del 81%, una mediana del 81%, una moda del 85%, con un mínimo de 72% y máximo del 96%.

**Análisis de la variable dependiente: Productividad – Pre / Post**

**Dimensión: Eficiencia**

Indicador: % de productos preparados a tiempo

Tabla 20. *Índices comparativos de la eficiencia pre/post obtenida*

SEMANA	% Productos preparados a tiempo	% Productos preparados a tiempo
1	84%	91%
2	84%	87%
3	84%	96%
4	92%	92%
5	72%	86%
6	97%	98%
7	73%	91%
8	67%	85%
9	90%	93%
10	90%	92%
11	84%	90%
12	91%	94%
Promedio	84%	91%

Fuente: Elaboración propia

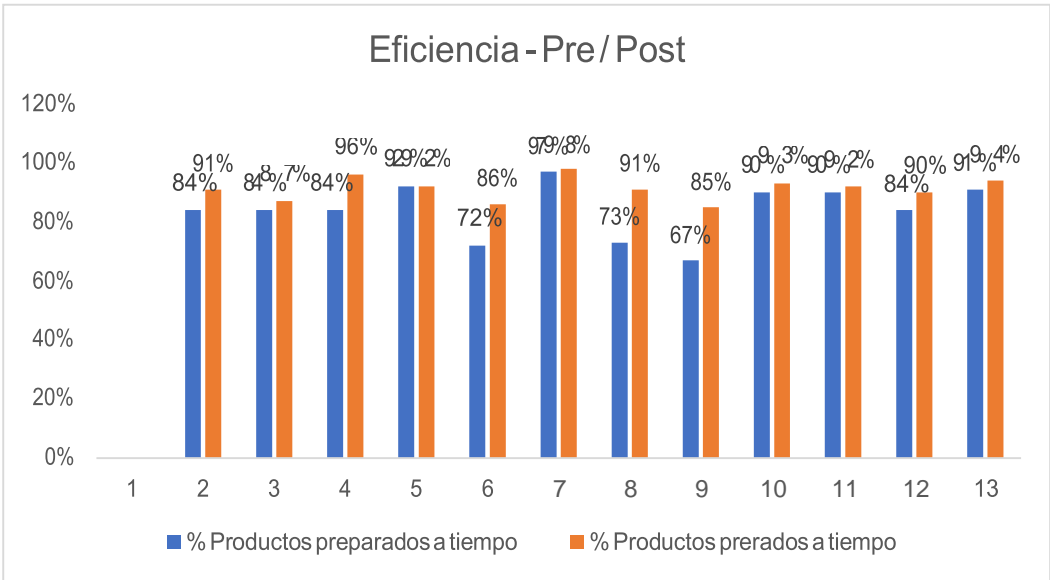


Figura 14. Resultado sobre % de productos preparados a tiempo Pre - Post

Interpretación: La figura 35, muestra un promedio de 84% y un post– test con 91%, lo cual hay un crecimiento del 7% en la dimensión de eficiencia, esto debido a que aumentó la cantidad de productos preparados a tiempo.

**Dimensión: Eficacia**

**Indicador:** % productos conformes

Tabla 21. *Tabla de comparación sobre la eficacia pre/post obtenida*

SEMANA	% Productos conformes	% Productos conformes
1	79%	87%
2	78%	89%
3	73%	93%
4	82%	82%
5	62%	86%
6	92%	98%
7	70%	91%
8	65%	85%
9	88%	86%
10	89%	92%
11	83%	90%
12	87%	90%
<b>Promedio</b>	<b>79%</b>	<b>89%</b>

Fuente: Elaboración propia

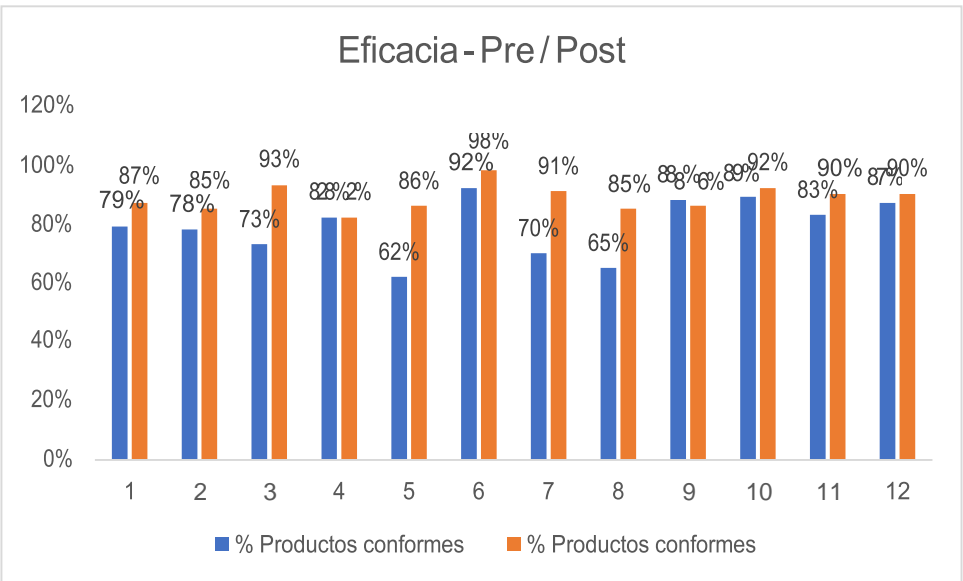


Figura 15. Resultado sobre % de productos conformes Pre - Post

Interpretación: La figura 36, muestra un promedio de 79% y un post-test con 89%, lo cual hay un crecimiento del 10% en la dimensión de eficacia, esto debido a que aumentó la cantidad de productos conformes.

**Variable dependiente: Productividad**

Tabla 22.      *Valores comparativos sobre la productividad pre/post obtenida*

Semana	% Productividad - Pre	% Productividad - Post
1	66%	79%
2	66%	77%
3	61%	89%
4	75%	75%
5	45%	74%
6	89%	96%
7	51%	83%
8	44%	72%
9	79%	80%
10	80%	85%
11	70%	81%
12	79%	85%
<b>Promedio</b>	67%	81%

Fuente: Elaboración propia

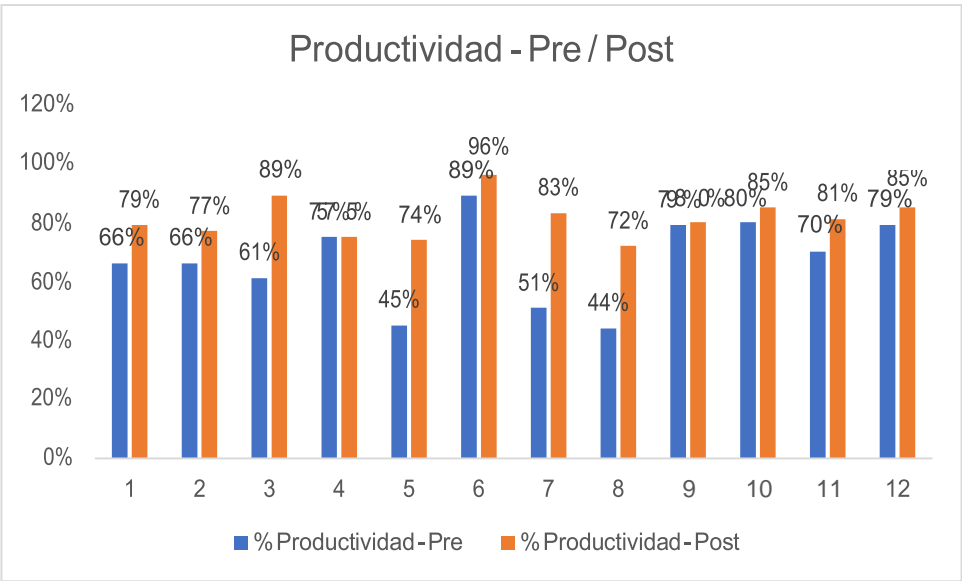


Figura 16.      Resultado sobre comparativo de % sobre productividad pre / post

Interpretación: La figura 37, muestra los datos obtenidos de la variable dependiente Productividad de un pre / post test, lo cual se observa un incremento porcentual promedio del 14 %.

## Aplicación de la estadística inferencial

En esta parte de la investigación que corresponde a los resultados se aplicó la estadística inferencial, primero se realizó las pruebas de normalidad a cada uno de las variables, con la finalidad de conocer su forma de cómo se presentaron sus datos pudiendo tener desenlaces paramétricos o no paramétrico, se siguió el siguiente criterio:

Si  $p_v \leq 0.05$ , datos derivan de una distribución No normal

Si  $p_v \geq 0.05$ , datos derivan de una distribución normal.

Además, se consideró la cantidad de datos empleados; donde si los datos fueron menores a ( $< 50$ ) Shapiro Wilk o si los datos  $\geq 50$  Komolotov-Smirnov

Para determinar el tipo de estadígrafo a usar se empleó la siguiente tabla:

Tabla 23. *Tabla de estadígrafo y determinación de datos*

Valor Sig.	Antes	Después	Conclusión	Estadígrafo
Sig.	Si	Si	Paramétrico	T-Student
Sig.	Si	No	No Paramétrico	Wilcoxon
Sig.	No	Si	No Paramétrico	Wilcoxon
Sig.	No	No	No Paramétrico	Wilcoxon

## Análisis inferencial de la productividad

Considerando que nuestros datos fueron menores a 50, para realizar la prueba de normalidad aplicamos el estadígrafo Shapiro Wilk.

Tabla 24. *Resumen de procesamiento de casos de la variable productividad*

Resumen de procesamiento de casos						
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Productividad_Pre	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Productividad_Post	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Fuente: Elaboración SPSS 25

Tabla 25. *Resultado de la normalidad productividad*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad_Pre	,137	12	,200*	,938	12	,471
Productividad_Post	,129	12	,200*	,960	12	,786

Fuente: Elaboración SPSS 25

Interpretación: La tabla 24, muestra los datos procesados (N=12), se consideró los valores Sig. del shapiro-Wilk que fueron > 0.05, lo que indicó que fueron sus datos paramétricos.

### Prueba de la hipótesis general

**H<sub>0</sub>:** La aplicación de la metodología SMED no mejora significativamente la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C., Ate, 2018.

**H<sub>a</sub>:** La aplicación de la metodología SMED mejora significativamente la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C., Ate, 2018.

Regla de decisión

H:  $u > u_1$ : se acepta la hipótesis nula

H<sub>a</sub>:  $u < u_1$ : se acepta la hipótesis alterna

### Prueba t-Student

Tabla 26. *Estadísticas de muestras emparejadas de la variable productividad*

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Productividad_Pre	67,0833	12	14,52558	4,19317
	Productividad_Post	81,3333	12	6,81353	1,96690

Fuente: Elaboración SPSS 25

Tabla 27. *Resultado del Sig. de productividad*

Prueba de muestras emparejadas								
		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior			
Par 1	Productividad_Pre Productividad_Post		11.74831	3.39144			11	0.001
		-14.25000			-21.71452 -6.07855	-4.202		

Fuente: Elaboración SPSS 25

Interpretación: La tabla 26 muestra los valores de la media en ambas mediciones (81.333 y 67.0833 respectivamente), esto indicó que se acepte la hipótesis alterna del estudio. Además, la tabla 27, arrojó el valor sig. (0.001) que fue menor a (0.005). Por consecuente se acepta la planteado como hipótesis del estudio indicado (Ha).

### Dimensión: Eficiencia

Tabla 28. *Evaluación de casos de la dimensión eficiencia*

Resumen de procesamiento de casos						
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficiencia_Pre	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Eficiencia_Post	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Fuente: Elaboración SPSS 25

Tabla 29. *Resultados de la normalidad de eficiencia*

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia_Pre	,250	12	,037	,914	12	,238
Eficiencia_Post	,141	12	,200*	,968	12	,885

Fuente: Elaboración SPSS 25

Interpretación: La tabla 29, muestra los datos procesados (N=12), se consideró los valores Sig. del shapiro-Wilk que fueron > 0.05, lo que indicó que fueron sus datos paramétricos.

### **Prueba de la primera hipótesis específica**

**H<sub>0</sub>:** La aplicación de la metodología SMED no mejora significativamente la eficiencia en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C., Ate, 2018.

**H<sub>a</sub>:** La aplicación de la metodología SMED no mejora significativamente la eficiencia en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C., Ate, 2018.

Regla de decisión

H:  $u > u_1$ : se acepta la hipótesis nula

Ha:  $u < u$ : se acepta la hipótesis alterna

Tabla 30. *Estadísticas de pruebas emparejadas de la dimensión eficiencia*

<b>Estadísticas de muestras emparejadas</b>				
	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1 Eficiencia_Pre	84,000	12	9,08545	2,62274
Eficiencia_Post	91,2500	12	3,88763	1,12226

Fuente: Elaboración SPSS 25



Tabla 31. *Prueba de muestras emparejadas de la dimensión eficiencia*

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficiencia_Pre Eficiencia_Post	-7.25000	6.56510	1.89547	-11.42191	-3.07810	-3.825	11	0.001

Interpretación: La tabla 31, muestra los valores de la media de la eficacia en ambas mediciones (84.000 y 91.2500 respectivamente), esto indicó que se acepte la hipótesis alterna del estudio. Además, la tabla 31, arrojó el valor sig. (0.001) que fue menor a (0.005). Por consiguiente se acepta la planteado como hipótesis del estudio indicado (Ha).

### Dimensión: Eficacia

Tabla 32. *Resultados de la normalidad de la eficacia*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia_Pre	,128	12	,200*	,946	12	,586
Eficacia_Post	,105	12	,200*	,975	12	,958

Fuente: Elaboración SPSS 25

Interpretación: La tabla 32, muestra los datos procesados (N=12), se consideró los valores Sig. del shapiro-Wilk que fueron > 0.05, lo que indicó que fueron sus datos paramétricos.

## Prueba de la segunda hipótesis específica

**Ho:** La aplicación de la metodología SMED no mejora significativamente la eficacia en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C., Ate, 2018.

**Ha:** La aplicación de la metodología SMED no mejora significativamente la eficacia en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C., Ate, 2018.

Regla de decisión

H:  $u > u_1$ : se acepta la hipótesis nula

Ha:  $u < u_1$ : se acepta la hipótesis alterna

Tabla 33. *Estadísticas de pruebas emparejadas de la dimensión eficacia*

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1 Eficacia_Pre	79,000	12	9,73279	2,80962
Eficacia_Post	89,0833	12	2,25245	1,22758

Fuente: Elaboración SPSS 25

Tabla 34. *Prueba de muestras emparejadas de la dimensión eficacia*

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficacia_Pre Eficacia_Post	-10.08333	8.98947	2.59504	-15.79497	-4.37170	-3.886	11	0.003

Interpretación: La tabla 33, muestra los valores de la media de la eficiencia en ambas mediciones (79.000 y 89.0833 respectivamente), esto indicó que se acepte la hipótesis alterna del estudio. Además, la tabla 34, arrojó el valor sig. (0.001) que fue menor a (0.005). Por consiguiente se aceptó lo planteado como hipótesis del estudio indicado (Ha).

## **V. DISCUSIÓN**

### **Primera discusión**

Al evaluar la situación actual de la empresa FADRI S.A.C., se puede evidenciar de la Tabla 26, página 68 que la media de la variable dependiente Productividad, antes de la implementación de la mejora da como resultado 67.0833, siendo este resultado bastante menor a la media de la variable productividad después, que nos da como resultado 81.3333, además en promedio dio un incremento del 14% evidenciándose una mejora como consecuencia de la aplicación de la metodología SMED. Asimismo, en la Tabla 27, página 68 se observa que el grado de significancia de la Productividad (0.001) es inferior al valor alfa (0.05), por lo cual, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis planteada en la investigación, estos datos se corroboraron a través de una hoja de observación Por consiguiente, quedo demostrado el incremento una mejora en la Productividad, estos datos coinciden con lo investigado por Ulco Arias (2016), en su tesis que tuvo un estudio que forma parte de la investigación y que tiene como resultado un incremento promedio de la variable Productividad de 23.7% y con un grado de significancia de la productividad de 0.001, el cual es menor a 0.005, por lo tanto permite aceptar la hipótesis planteada en su investigación.

### **Segunda discusión**

De la tabla 30, página 70 que la media de la dimensión Eficiencia, antes de la implementación de la mejora da como resultado 84.000, siendo este resultado bastante menor a la media de la dimensión después, que nos da como resultado 91.2500, además en promedio dio un incremento del 7% evidenciándose una mejora como consecuencia de la aplicación de la metodología SMED. Asimismo, en la tabla 31, página 70 se observa que el grado de significancia de la Eficiencia (0.003) es inferior al valor alfa (0.05), por lo cual, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis planteada en la investigación. Por consiguiente, quedo demostrado el incremento una mejora en la Eficiencia, estos datos coinciden con lo investigado por Giráldez Cárdenas (2016), en su tesis cuyo estudio tuvo parte de la investigación y que tiene como resultado en la media de la dimensión eficiencia antes de su implementación de 0.6052, siendo esta menor al resultado de la media después, que da como resultado 0.6677. Por lo tanto, se evidenció una mejora en

la eficiencia ya que su línea de extrusión mejora en promedio en 9.16% y estos datos se corroboran a través de una hoja de observación, que del mismo modo se aplicó en esta investigación.

### **Tercera discusión**

De la tabla 34, página 72 se puede evidenciar que la media de la eficacia antes de la implementación de la mejora da como resultado 79.000, la cual es inferior a la media de la Eficacia después que da como resultado 89.0833, además en promedio dio un incremento del 10% evidenciándose una mejora de la implementación de la metodología SMED, Asimismo, en la tabla 35, página 72 se observa que el grado de significancia de la Eficacia (0.003) es inferior al valor alfa (0.05), por lo cual, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis planteada en la investigación. Por consiguiente, quedo demostrado el incremento una mejora en la Eficiencia y estos datos se corroboran a través de una hoja de observación. Por lo tanto, estos datos coinciden con lo investigado por Vanegas (2016), en su tesis que es parte de esta investigación, concluyendo que la metodología Smed reduce el tiempo de cambios de moldura en las 36 líneas de producción, reformulando las instrucciones de procedimientos de trabajo. Estos datos fueron obtenidos mediante el uso de registro de tiempos totales, con la finalidad de analizar la variación de los tiempos de ejecución y cambios del molde.

### **Cuarta discusión**

Continuando con las discusiones asociados a los resultados que se obtuvieron luego del desarrollo de la investigación; se presentó valores obtenido en la tabla 8, página 27 donde se hace referencia a la separación de tareas internas y externas donde los valores en su medición inicial fue las actividades internas fue de 57% para luego pasar a 43% en su medición final, esto indicó que hubo una reducción de estas actividades en un 14%, lo que se comprueba, también con la teoría del autor citado en nuestra teoría que fue Shingo (1989) quien mencionó como uno de los primeros pasos es la separación y conversión de las actividades internas a externas; entonces con el resultado obtenido se pudo corroborar esta teoría que como objetivo mencionó que se debe convertir la mayor cantidad de estas actividades internas a externas, para obtener un mejor reflejo de manejo para la

elaboración de productos. Además de ello, los obtenidos, concuerda con lo que realizaron Retuerto, Tuesta y Mondragón (2016) en su investigación para reducir el tiempo en la línea de producción de la empresa farmacéutica, para el cual usó el enfoque de la técnica Smed. Luego de ello indicó el valor inicial de la productividad más bajo que fue representando por un 37.3% del tiempo de llenado, mientras que la línea de líquidos representó el 72.7% y los semisólidos el 74.7%. Los logros permitieron acercarnos al cumplimiento del objetivo del estudio que fue el aumento de su productividad, ya que, se analizan las posibles propuestas, con la finalidad de reducir las paradas de producción. Esto nos muestra el objetivo principal que tiene la técnica Smed, que es el mejorar los procedimientos en el área de trabajo.

### **Quinta discusión**

La información que muestra la tabla 9, de la página 28 reflejó también uno de los componentes de nuestra variable independiente que fue la separación de las actividades externas; en la mencionada tabla se destaca que en su medición inicial obtuvo un valor del 43% para luego de su medición final se obtuvo un valor del 57% observándose de esta manera un aumento de este indicador en un 14%, valor que se puede asociar también a la teoría que indicó el autor Shingo (1989) quien como uno de los pasos mencionó la importancia de separar las actividades externas, y con el valor obtenido se comprueba que este tipo de actividades se incrementó. Siendo también uno de los objetivos de esta metodología tener más tareas externas, o dicho de otra forma tener más tareas cuando la máquina esté operativa. En particular estos valores obtenidos tuvieron una similitud con los investigados por Díaz (2016) en su estudio que fue determinar la mejora de productividad, haciendo uso de la técnica Smed. El autor luego de su estudio logró que el trabajo en el área de torno se incrementó de un 64% a un 86% mejorando así la disponibilidad y productividad en un 22% aplicando también las herramientas de manufactura. Dicho valor también nos indicó que el Smed tuvo un impacto positivo respecto a la satisfacción de los clientes tanto internos y externos de la empresa en estudio.

### **Sexta discusión**

Continuando con las discusiones, producto de los resultados que se lograron

obtener respecto al tiempo de las actividades que se realizaron en la línea de producción de la metalmecánica; estos valores a los que se hace mención son respecto a los tiempos de optimización de actividades, el cual en su primera medición estuvo con un tiempo de 21min y 36s, para luego pasar a una segunda medición y se obtuvo un tiempo de 13min y 22s. Lo cual reflejó que hubo tareas en las que se redujo los tiempos del trabajo o de la tarea; la reducción en tiempo fue de 8min y 14s. Estos resultados coincidieron con lo investigado por Rojas y Cortez (2014) quienes aplicaron el Smed en la línea de bobinado en una industria del papel. Concluyeron que el método de división de trabajo para el cambio de bobina de semielaborado en la máquina rebobinadora era de 270 segundos del cual se redujo a 183 segundos, equivalente a un 32% de tiempo de operación del cambio de bobina. Estos valores obtenidos respaldaron que la existencia de relación directa entre el Smed y la productividad, respaldado también por las teorías citadas.

### **Sétima discusión**

Como última discusión se consideró la información que se mostró en la tabla 10 de la página 29; donde se mostró uno de las dimensiones de nuestra variable independiente que fue la conversión de las tareas. Como se mencionó en la parte de resultados, en la parte inicial o antes de esta aplicación no fue posible encontrar valores ya que no había esta metodología. Entonces debido a este problema que manejaba la empresa, generaba dichas paradas de producción y que llevaba consigo un gasto innecesario en la elaboración de productos. Luego de su aplicación de la técnica Smed se recogió los datos respecto a las tareas y se cuantificó aquellas tareas que lograron convertirse y dicho indicador fue del 76%; vale decir que gran parte de todas las tareas fueron identificados, separados y convertidos durante todo el desarrollo del estudio. Este resultado coincide con lo investigado por Alarcón (2014) en su estudio donde aplicó la técnica Smed en la producción de planta; donde concluyó que los cambios rápidos generados a través de dicha técnica, fueron del 28% en un principio y finalmente llevando a cabo la aplicación en las tareas de análisis en la actividad de calibración de molde, se obtiene un 61.08%. Lo cual, esta aplicación da un incremento de mejora de productividad de un 33.08%, lo que nos da a conocer el beneficio que tiene aplicar esta técnica a nuestra empresa.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Se concluyó, que al término de la investigación sobre la aplicación de la variable independiente que fue el Smed; se obtuvo una mejora significativa de la productividad en el área de producción en la empresa en estudio. Este resultado se pudo comprobar en la tabla 20, página 61, el valor mostrado de este incremento en porcentaje fue de 14% de la productividad.
2. Se concluyó, que al término de la investigación sobre la aplicación de la variable independiente que fue el Smed; se obtuvo una mejora significativa de la eficiencia en el área de producción en la empresa en estudio. Este resultado se pudo comprobar en la tabla 22, página 63, el valor mostrado de este incremento en porcentaje fue de 7% de la eficiencia.
3. Se concluyó, que al término de la investigación sobre la aplicación de la variable independiente que fue el Smed; se obtuvo una mejora significativa de la eficacia en el área de producción en la empresa en estudio. Este resultado se pudo comprobar en la tabla 21, página 62, el valor mostrado de este incremento en porcentaje fue de 10% de la eficacia.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Como recomendación se menciona fomentar el desarrollo de la metodología SMED en el área de producción que se ha aplicado en la empresa FADRI S.A.C., con la finalidad de aumentar el porcentaje de mejora a la que se llevó a cabo en esta investigación.
2. Otra recomendación es continuar con la mejora de la calidad del trabajo y de los diferentes procesos o tareas que se hacen en el ámbito producción, hacer más énfasis en la mejora de las maquinarias, ya que muestran desperfectos que complican el proceso de elaboración y generan paradas en la programación de las piezas.
3. Finalmente, para obtener un resultado más relevante se recomienda realizar un estudio más profundo en el área de producción y aplicar nuevos métodos, con la finalidad de mejorar el factor de la eficiencia en la línea de producción, con lo que también beneficio el incremento de la productividad.



## REFERENCIAS

- ALARCÓN, A. H., 2014. *Implementación de OEE y SMED como herramientas de Lean Manufacturing en una Empresa del Sector Plástico*. [en línea]. Tesis Pregrado. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8043>
- ALONSO, A., 1998. *Conceptos de organización industrial* [en línea]. España: Marcocombo S.A. ISBN 8426711391.
- BAUTISTA, M. E. 2009. *Manual de Metodología de Investigación*. 3a ed. Caracas, Venezuela: Editorial TALITIP S.R.L. ISBN 9800781196.
- BETANCUR, Y. y CAÑAS, R.D., 2019. *Implementación de la metodología SMED Single-Minute Exchange of Die para la reducción del tiempo de setup en una línea de producción de la empresa Aptar Cali, Colombia* [en línea]. Tesis de Pregrado. Cali, Colombia: Universidad Santiago de Cali. Disponible en: <https://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/209>
- CARRASCO, S., 2005. *Metodología de la investigación científica. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. Lima, Perú: Editorial San Marcos E. I. R. Ltda. ISBN 9789972383441.
- CASTELLANOS, I. A., 2018. *El ciclo Deming para mejorar la productividad en los procesos de una empresa Textil Manufacturing* [en línea]. Tesis de pregrado. Huancayo, Perú: Universidad Peruana de los Andes. Disponible: <https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/962/Castellanos%20Marte%20Ivan%20Alex.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- DÍAZ, D. Y., 2016. *Aplicación de la técnica SMED para mejorar la Productividad en el Área de Torno de la empresa Sergo Industrial S.A., Lima, 2016*. [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad César Vallejo. Disponible: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/1461/D%c3%adaz\\_AD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/1461/D%c3%adaz_AD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- FELD, WILLIAM. 2015. *Lean Manufacturing: Tools, Techniques and how to use them*. USA: The CRC Press Series On Resource Management. ISBN 157444297X.
- FERNÁNDEZ, M. y SÁNCHEZ, J., 1997. *Eficacia organizacional* [en línea]. España: Díaz de Santos. ISBN 8479783125.
- FIDIAS, G., 2012. *Proyecto de investigación, Introducción a la metodología científica*. 6a. ed. Caracas, Venezuela: Editorial Episteme. ISBN 9800785299.
- FLEITMAN, J., 2007. *Evaluación integral para implementar modelos de calidad*. México: Editorial Pax México. ISBN 9789688609200.

- GIRÁLDEZ, G., 2016. *Aplicación del método SMED para incrementar la productividad de las líneas de extrusión en la empresa Andina Plast*. [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/3849>
- GISBERT SOLER, V., 2015. Lean manufacturing. Qué es y qué no es, errores en su aplicación e interpretación más usuales. *3C Tecnología*, vol.4, no.1, pp. 42 - 52. ISSN 22544143.
- GODINA, R., PIMENTEL, C., SILVA, F. y MATÍAS, J., 2018. Manufacturing Engineering Society International Conference. *Procedia Manufacturing*, vol. 17, pp. 783-790. DOI 10.1016 / j. promfg.2018.10.123
- GUTIÉRREZ PULIDO, H., 2014. *Calidad total y productividad*. 4a. ed. Ciudad de México: McGraw-Hill /Interamericana Editores s.a. de C.V. ISBN 9786071503152.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2010. Metodología de la Investigación. 5a. ed. México D.F.: McGraw-Hill /Interamericana. ISBN 9701057538.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2010. Metodología de la Investigación. 5a. ed. México D.F.: McGraw-Hill /Interamericana. ISBN 9701057538.
- IZAGUIRRE, M., y TAFUR, R., 2014. *Cómo hacer un proyecto de investigación: Uso de diagramas, matrices y mapas conceptuales*. 2ª. ed. Lima, Perú: Editorial Alfaomega. ISBN 9786120015452.
- LANDEAU, R., 2007. *Elaboración de trabajos de investigación*. Caracas, Venezuela: Editorial Alfa. ISBN 9789803542146.
- LOPEZ, J., 2012. *Productividad*. México: Editorial Palibrio. ISBN 9781463340476.
- MAGUIÑA, H., 2013. *Mejora en los procesos de una empresa fabricante de máquinas de automatización* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Pontifica Universidad Católica del Perú. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4773>
- MENDOZA, J., 2017. *Aplicación de la metodología SMED para incrementar la productividad en el cambio de formato de la línea de corte en la empresa Interforest S.A.C., Lurigancho 2017*. [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/21183>
- MENOR, O., 2014. *Aplicación de la metodología SMED en una línea de Empaque de Fármacos* [en línea]. Tesis de pregrado. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: [https://www.academia.edu/18556820/APLICACI%C3%93N\\_DE\\_LA\\_METODOLOG%C3%8DA\\_SMED\\_EN\\_UNA\\_LINEA\\_DE\\_EMPAQUE\\_DE\\_FARMACOS](https://www.academia.edu/18556820/APLICACI%C3%93N_DE_LA_METODOLOG%C3%8DA_SMED_EN_UNA_LINEA_DE_EMPAQUE_DE_FARMACOS)

- ÑAUPAS, H., MEJÍA, E., NOVOA, E. y VILLAGÓMEZ, A., 2014. *Metodología de la investigación: Cuantitativa, Cualitativa y Redacción de la Tesis*. 4a. ed. Bogotá: Ediciones de la U. ISBN 9789587621884.
- OLAVARRIETA, J., 1999. *Conceptos generales de productividad, sistemas, normalización y competitividad para la pequeña y mediana empresa* [en línea]. México: D.R. Universidad Iberoamericana. ISBN 9688593656.
- PALELLA, S. y MARTINS, F., 2018. *Metodología de la investigación cuantitativa*. 3ª. ed. Venezuela: Fedupel. ISBN 9802734454
- PARRA, R. y TORO, I., 2006. *Método y conocimiento de la metodología de la investigación*. Colombia: Universidad EAFIT. ISBN 9588281113.
- PERALTA, M., 2018. ¿Qué es la productividad? *Pymeran* [en línea]. [Consulta: abril 2018]. Disponible en: <http://www.pymerang.com/direccion-de-negocios/definicion-de-negocio/modelo-de-negocios/competitividad/362-que-es-la-productividad>
- QUESADA, M.R. y FERNÁNDEZ, S.A., 2014. *Entorno lean en la gestión de producción y operaciones. Un enfoque práctico*. Colombia: Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. ISBN 978-958-9090-40-4
- RAJADELL, M. y SÁNCHEZ, J.L., 2010. *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. ISBN 9788479785154.
- RETUERTO, J., TUESTA, L. y MONDRAGÓN, M., 2016. *Propuesta aplicación de herramientas TOC-SMED en la línea de producción sólidos de una empresa farmacéutica* [en línea]. Tesis de Maestría. Lima, Perú: Universidad del Pacífico. Disponible en: <https://repositorio.up.edu.pe/handle/11354/1699>
- REY, F., 2003. *En busca de la eficacia del sistema de producción*. Madrid, España: Editorial Fundación Confemetal. ISBN 8495428962.
- RODRÍGUEZ, C., 1999. *El nuevo escenario: la cultura de calidad y productividad en las empresas* [en línea]. México: Instituto Tecnológico y de Estudios. ISBN: 9686101284
- RODRÍGUEZ, V., H., 2017. *Aplicación del sistema SMED para incrementar la productividad del proceso de envasado de bebidas no alcohólicas en la empresa AJEPER S.A.* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad César Vallejo. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34368/RODRIGUEZ\\_A\\_VH%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34368/RODRIGUEZ_A_VH%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- ROJAS, L. y CORTEZ, C., 2014. *Aplicación de la metodología SMED para el cambio de bobina de semielaborado en una maquina rebobinadora de papel higiénico en la Empresa Papeles Nacionales S.A.* [en línea]. Tesis de pregrado. Pereira, México: Universidad Tecnológica de Pereira. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/5037>

- SANTOS, J., WYSK, R. y TORRES, J. M., 2010. *Mejorando la producción con lean thinking (economía y Empresa)*. Madrid, España: Ediciones Pirámides Grupo Anaya, S.A. ISBN 8436832825
- ULCO, C., 2015. *Aplicación de ingeniería de métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la Empresa Industrias Art Print*. [en línea]. Tesis de pregrado. Trujillo, Perú: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/182>
- VANEGAS, L. R., 2016. *Diseño de Investigación para la Aplicación de la Metodología SMED para mejorar el indicador en la realización de cambios de molduras en Vidriera Guatemalteca, S.A.* [en línea]. Trabajo de pregrado. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0793\\_Ml.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0793_Ml.pdf)
- VERA, C. A., 2014. *Implementación de las Técnicas SMED en el montaje de matrices en el área de metalistería de la Planta Mabe Ecuador*. [en línea]. Trabajo de pregrado. Guayaquil, Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6623>

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Técnica	Instrumento	Unidad de medida	Fórmula
Metodología SMED	"SMED (Single Minute Exchange of Die) significa "cambio de matriz en menos de 10 minutos", se descubrió en 1950 por Shingo en la fábrica de Toyo Kogyo por el retraso de producción debido a la falta de un tornillo de apriete." (Santos, 2010, p.151)	La metodología SMED será evaluada a través del manejo de cada una de las tareas. La técnica a aplicar es la observación, siendo el instrumento de recolección de datos la hoja de observación adecuada en base a cada tarea.	Separar tareas internas y externas	% tareas internas	razón	Observación y Registro	Ficha de tareas internas	Hr.	$AI = ((AT - AE) / AT) * 100$ AT=Actividades Totales AE=Actividades Externas $AE = ((AT - AI) / AT) * 100$
				% tareas externas	razón	Observación y Registro	Ficha de tareas externas	Hr.	AT=Actividades Totales AI=Actividades Internas $CAE = ((AI - AIC) / AI) * 100$
			Convertir tareas internas en externas	conversión de tareas	razón	Observación y Registro	Ficha de conversión	Hr.	CAE=Conversión de actividades externas AI=Actividades Internas AIC=Actividades Internas Convertidas
			Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación	% de tiempo de preparación de maquinaria	razón	Observación y Registro	Ficha de optimización	Hr.	$MAT = ((TAP - TAM) / TAP) * 100$ MAT=Mejora de actividades totales TAT=Tiempo de actividad programada TAM=Tiempo de actividad mejorada
			Eficiencia	% de productos preparados a tiempo (PT)	razón	Observación y Registro	Ficha de observación	Hr.	$PT = (TPT / TPR) * 100$ PT= Productos a tiempo TPT= Total de productos a tiempo por semana TPR= Total de productos requeridos por semana
Productividad	Karl Marx (2015) "La productividad es el grado social de producción del trabajo se expresa en el volumen de la magnitud relativa de los medios de producción que un obrero, durante un tiempo dado y con la misma tensión de la fuerza de trabajo, transformada en producto".	Para poder medir la variable dependiente, se harán mediante las dimensiones eficiencia y eficacia. Los cuáles serán medidos a través del % de TP (Productos a tiempo) y PC (Productos conformes). La técnica a aplicar será la observación, siendo la hoja de observación el instrumento de recolección de datos.	Eficacia	% de productos conformes (PC)	razón	Observación y Registro	Ficha de observación	Kg./Hr.	$PC = (TPC / TPR) * 100$ PC= Productos conforme TPC= Total de productos conforme por semana TPR= Total de productos requeridos por semana

## Anexo 2. Matriz de consistencia

Preguntas de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Metodología
<b>General</b>	<b>General</b>	<b>Principal</b>							
¿En qué medida la aplicación de la metodología SMED mejora la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C.?	Determinar cómo la metodología SMED mejora la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C.	La aplicación de la metodología SMED mejora la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C.	<b>Metodología SMED</b>	"SMED (Single Minute Exchange of Die) significa "cambio de matriz en menos de 10 minutos", se descubrió en 1950 por Shingo en la fábrica de Toyo Kogyo por el retraso de producción debido a la falta de un tornillo de apriete." (Santos, 2010, p.151)	La metodología SMED será evaluada a través del manejo de cada una de las tareas. La técnica a aplicar es la observación, siendo el instrumento de recolección de datos la hoja de observación adecuada en base a cada tarea.	Separar tareas internas y externas  Convertir tareas internas en externas  Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación	% tareas internas  % tareas externas  % tareas convertidas  % de tiempo de preparación de maquinaria	razón  razón  razón  razón	<b>Tipo de Estudio:</b> Estudio Aplicado  <b>Diseño metodológico:</b> Experimental  <b>Nivel:</b> Descriptivo y Explicativo  <b>Población:</b> Corresponde a toda el área de producción de la empresa FADRI S.A.C. que cuenta con 12 máquinas.  <b>Muestra:</b> El área de producción de 15 trabajadores de la empresa FADRI S.A.C.  <b>Instrumento:</b> Hoja de observación  <b>Análisis:</b> Estadística descriptiva y inferencial.
<b>Específicas</b>	<b>Específicos</b>	<b>Secundarias</b>							
¿En qué medida la aplicación de la metodología SMED mejora la eficiencia de la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C.?	Determinar cómo la metodología SMED mejora la eficiencia de la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C.	La aplicación de la metodología SMED mejora la eficiencia de la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C.		Karl Marx (2015) "La productividad es el grado social de producción del trabajo se expresa en el volumen de la magnitud relativa de los medios de producción que un obrero, durante un tiempo dado y con la misma tensión de la fuerza de trabajo, transformada en producto".	Para poder medir la variable dependiente, se harán mediante las dimensiones eficiencia y eficacia. Los cuáles serán medidos a través del % de TP (Productos a tiempo) y PC (Productos conformes). La técnica a aplicar será la observación, siendo la hoja de observación el instrumento de recolección de datos.	Eficiencia	% de productos preparados a tiempo (TP)	razón	
¿En qué medida la aplicación de la metodología SMED mejora la eficacia de la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C.?	Determinar cómo la metodología SMED mejora la eficacia de la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C.	La aplicación de la metodología SMED mejora la eficacia de la productividad en el área de producción en la empresa FADRI S.A.C.	<b>Productividad</b>			Eficacia	% de productos conformes (PC)	razón	

### Anexo 3. Instrumentos de medición de la metodología SMED

[illegible]

Fuente: Elaboración propia

Esta es la actividad en donde se realizarán o se detallarán todo los procesos y actividades en la máquina, para la preparación del lote.



Esta actividad se van a dividir las tareas internas y externas, del cual se colocan en cada formato planteado.





En este punto se realizó las conversiones de las actividades internas que se puedan trabajar de una que no haiga parada y del cual se conviertan en actividades externas



Esta actividad se realiza la mejora de todas las actividades encontradas en nuestra ficha y así poder optimizar los tiempos.



## FICHA DE OPTIMIZACIÓN

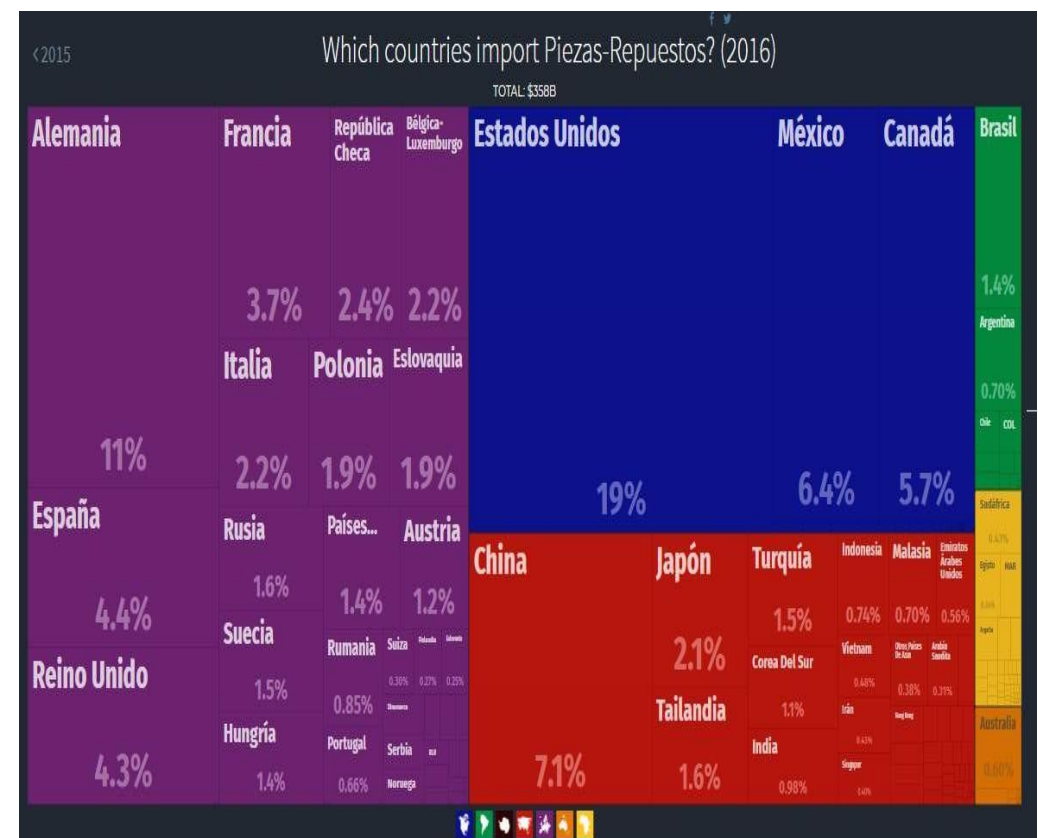
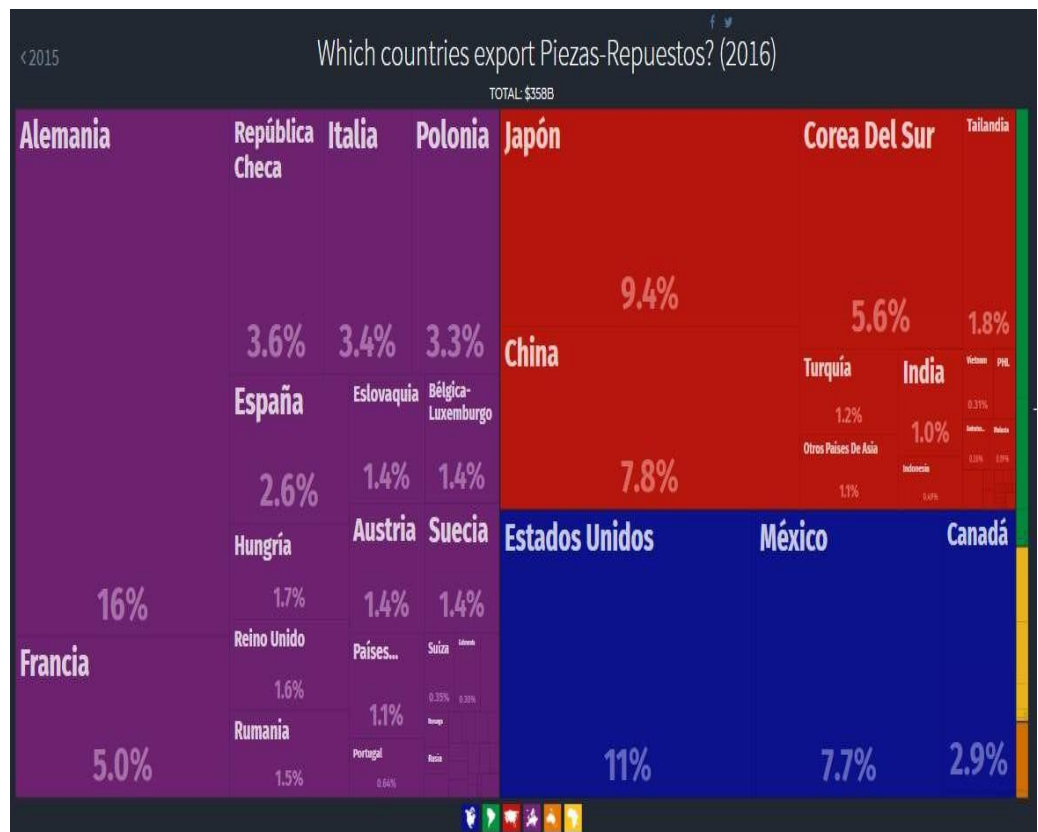
[illegible]

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Países exportadores/importadores de piezas metalmecánica



## Anexo 5. Empresas Metalmecánica Nacionales exportadoras y sus principales mercados

### PRINCIPALES EMPRESAS EXPORTADORAS

Empresa	%Var 16-15	%Part. 16
CORPORACION ACEROS AREQUIPA S.A.	-32%	72%
IMPORTADORA Y DISTRIBUIDORA CORON...	660%	6%
MODEPSA S.A.C.	104%	2%
JOY GLOBAL (PERU) S.A.C.	1866%	1%
MER INFRAESTRUCTURA PERU SOCIEDAD...	15%	1%
DOKA PERU S.A.C.	23%	1%
HONDA DEL PERU S.A	70%	1%
METSO PERU S.A.	59%	1%
FUNDICION CENTRAL S A	-32%	1%
Otras Empresas (160)	--	10%

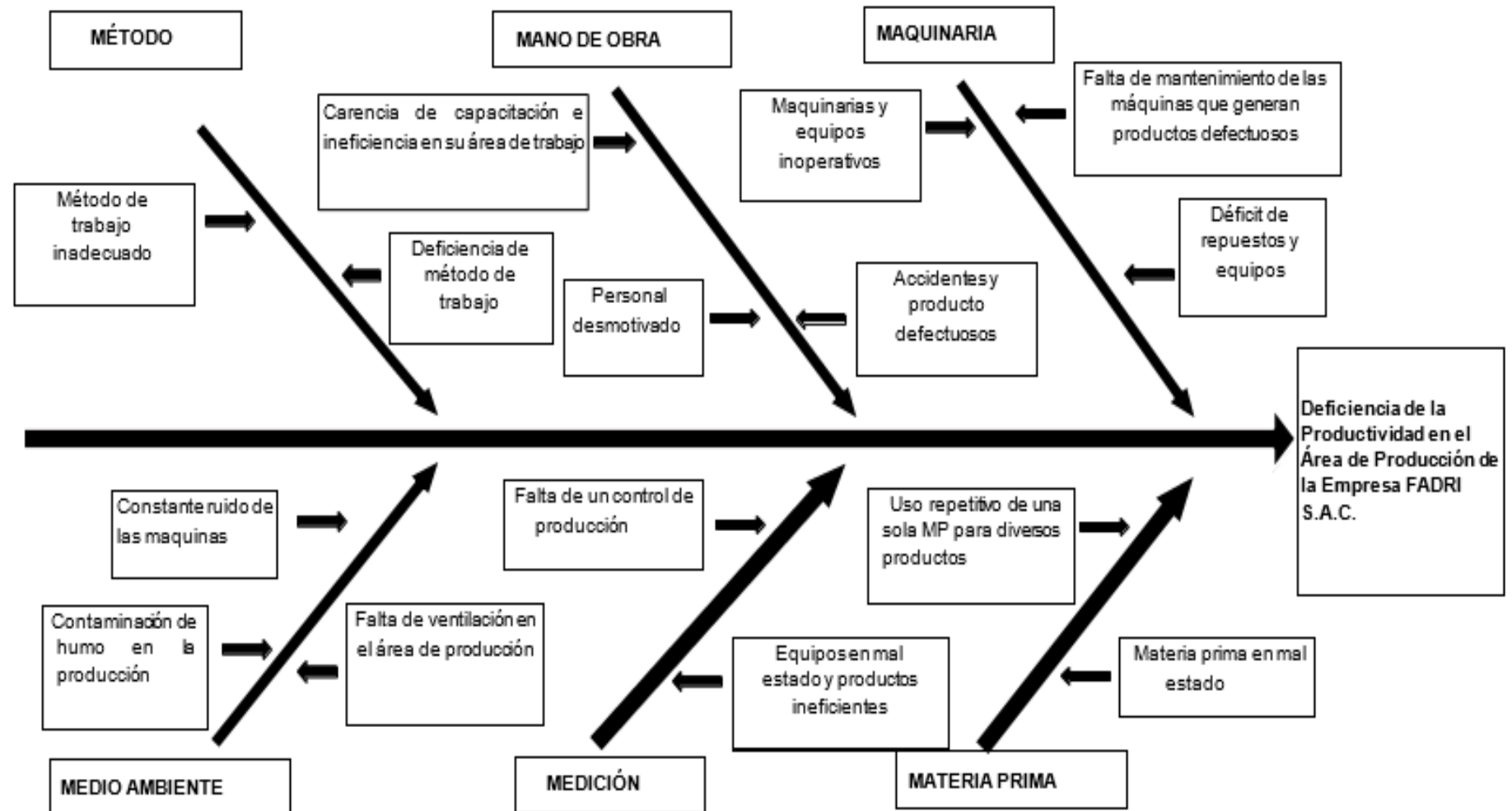
Fuente: SUNAT

### PRINCIPALES MERCADOS

Mercado	%Var 16- 15	%Part. 16	FOB-16 (miles US\$)
Colombia	-15%	67%	2,612.06
Bolivia	-23%	11%	428.82
Ecuador	36%	10%	392.09
Estados Unidos	-53%	3%	130.22
Chile	-29%	2%	94.61
Panamá	-83%	1%	43.12
Costa Rica	141%	1%	25.77
Alemania	-77%	1%	23.14
Guyana	-4%	1%	21.35
Otros Paises (42)	--	4%	139.84

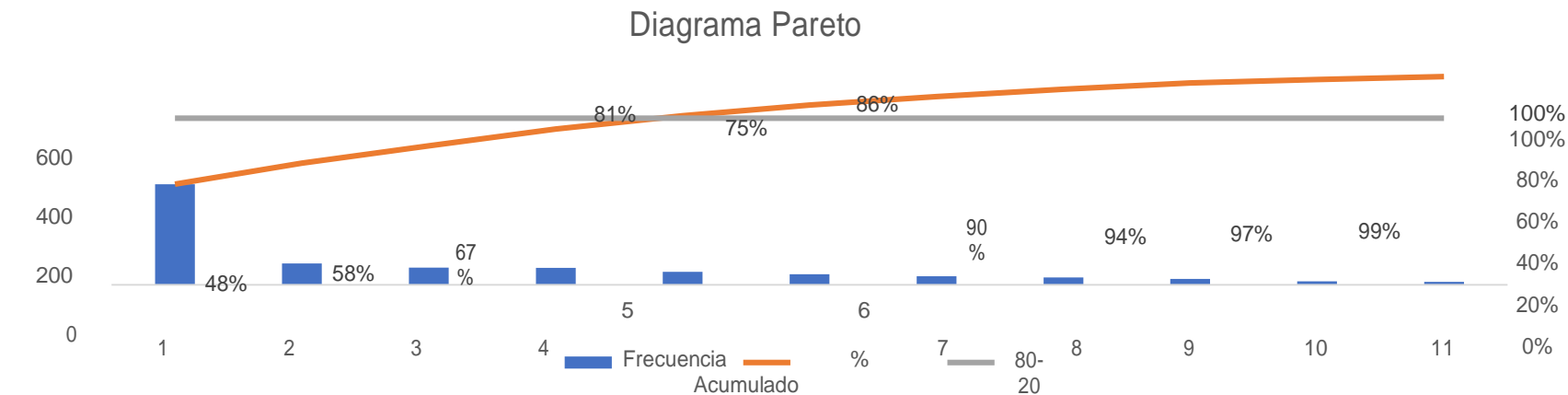
Fuente: SUNAT

## Anexo 6. Diagrama Ishikawa



## Anexo 7. Diagrama Pareto

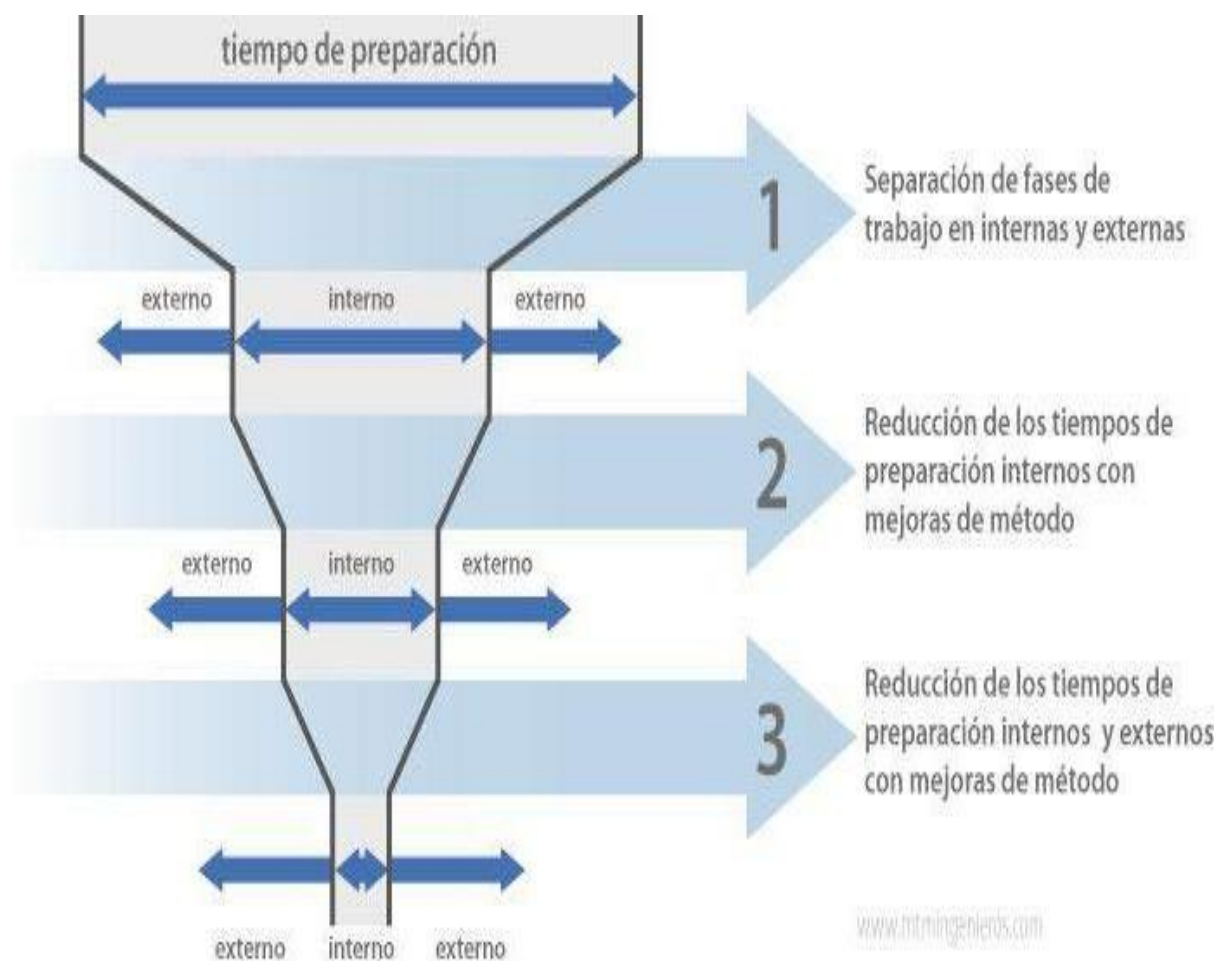
PARADAS DE PRODUCCIÓN							
CAUSAS	MAQ. 1	MAQ. 2	MAQ. 3	MAQ. 4	MAQ. 5	MAQ.6	TOTAL
Maquinarias y equipos inoperativos	14.42	9.45	13	8	15.14	12	72.01
Déficit de repuestos y equipos	7	11	12.19	15	7.07	5.44	57.7
Falta de mantenimiento de las maquinas	12	13.05	7.33	-	8.34	4.12	44.84
Accidentes y productos defectuosos	9.07	7	5	4.31	7	4	36.38
Equipos en mal estado	6	2.04	11	3.57	4.33	2.44	29.38
Falla de bomba enfriamiento	4.37	-	3.42	-	7.14	5.21	20.14
Método de trabajo inadecuado	2.46	-	5.33	-	2.39	-	10.18
Limpieza General	10	5	12.41	10.55	10.36	10.18	58.5
Materia prima en mal estado	4.16	-	12.44	-	5.36	3.24	25.2
Preparación de otro lote	70	78	60.51	12.34	74.45	47.36	342.66
Otros	2.22	1.45	1.36	2.09	3.11	2.46	12.69
<b>TOTAL</b>	<b>141.7</b>	<b>126.99</b>	<b>143.99</b>	<b>55.86</b>	<b>144.69</b>	<b>96.45</b>	<b>709.68</b>



Fuente: Elaboración propia



## Anexo 8. Formato de tiempo de preparación del lote



Fuente: MtmIngenieros

*Figura 3:* Preparación= T. de Preparación interna + T. de Preparación externa

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO  
 PROCESO: Elaboración de PIN  
 MÉTODO: Actual COMIENZA:  
 Soltar pinzas TERMINA:  
 Inspección  
 VERIFICADO: Juan Carlos Prado De La Cruz  
 APROBADO POR: J.P. Saúl Quispe

**DOP: N° 01 HOJA N° 01**

**Fecha: 10/09/2018**





Diagrama de flujo de actividades para el mantenimiento de la broca:

- 5 seg.: Soltar pinzas del torno
- 7 seg.: Girar manija a tope de
- 1.12 min.: Rebajar con manija de cuchilla e inspeccionar grosor
- 10 seg.: Girar manija para lado de broca
- 3: Hacer hueco con la broca
- 1.10 min.: Girar manija para lado de cuchilla de corte
- 7 seg.: Inspeccionar material
- 1 min.: (Actividad final)

RESUMEN		
Actividad	Cantidad	Tiempo (min)
Operación	5	1.39
Inspección	1	1.0
Combinada	1	1.12
Total	7	3.51 min

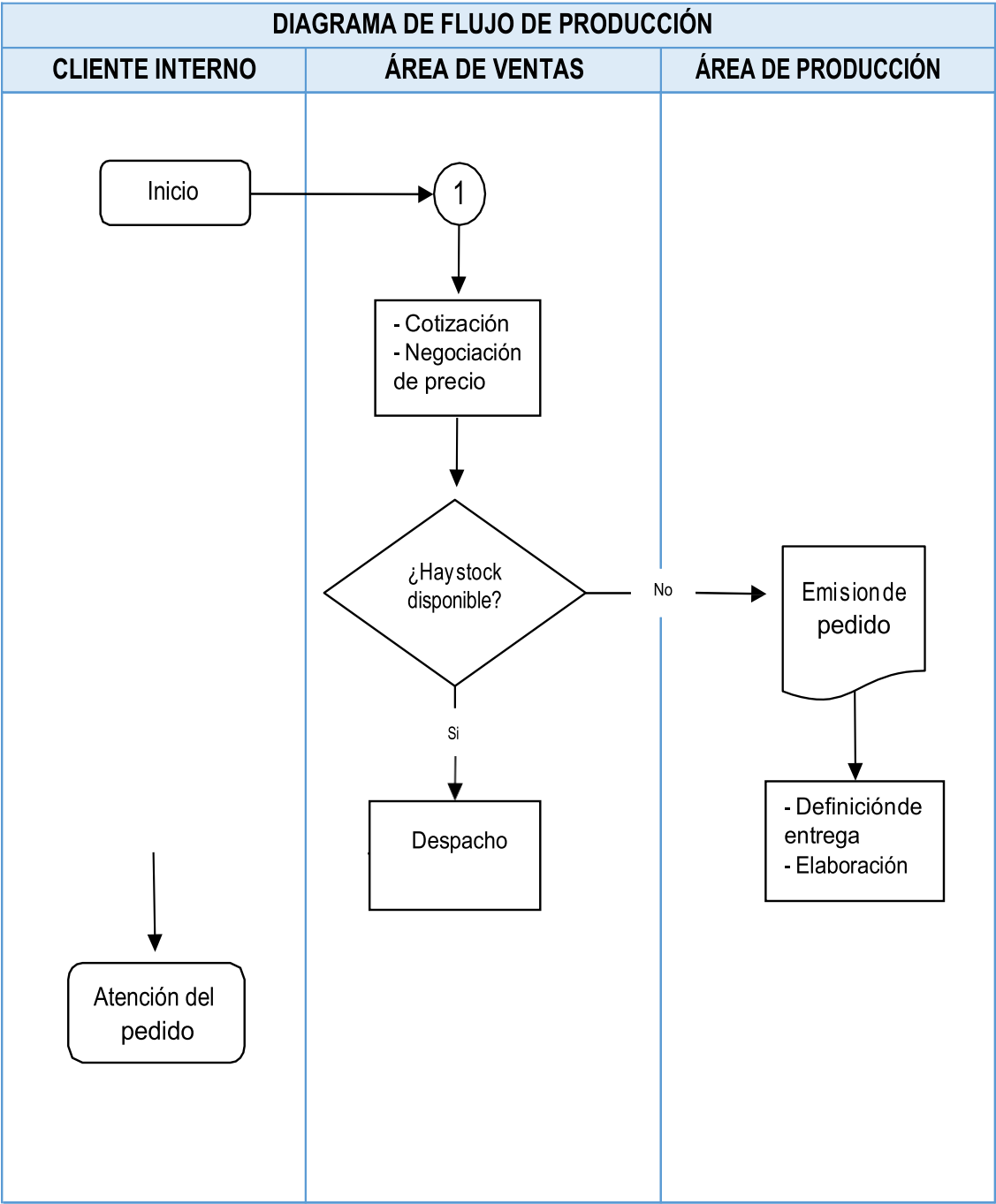
Fuente: Elaboración propia

## Anexo 10. DAP de elaboración de pin de palanca

Diagrama N°1				Operario/Material/Equipo			
Hoja N°1				Resumen			
Objeto: <b>LIBERACIÓN DE PEDIDOS</b>				Actividad	Actual	Propuesto	Economía
				Operación	14		
				Transporte	1		
Actividad: <b>ELABORACIÓN DE PINES DE PALANCA</b>				Espera	-		
				Inspección	3		
				Almacén			
Método: <b>Actual/Propuesto</b>				Distancia			
Lugar: Producción				Tiempo			
Operario: Juan Carlos Prado De La Cruz				Costo			
Compuesto por : Juan Carlos Prado De La Cruz Fecha: 16/09/18				Mano de Obra			
				Material			
Aprobado por: Jesús Cordero Fecha:16/09/18				Total			
Descripción	d	t					Observación
Inicio						●	
Traer material del almacén				●			
Limpiar material			●				
Insertar material al torno revolver			●				
Ajustar material al torno			●				
Encender torno revolver			●				
Soltar pinzas del torno			●				
Girar el tope de llegada			●				
Llevar la manija de la cuchilla de rebaje hacia adelante			●				
Llevar la manija de la cuchilla de rebaje hacia atrás			●				
Verificar el diámetro del material					●		
Girar la manija para el lado de la broca			●				
Llevar la manija de la broca hacia adelante			●				
Llevar la manija de la broca hacia atrás			●				
Llevar la manija de la cuchilla de corte hacia adelante			●				
Llevar la manija de la cuchilla de corte hacia atrás			●				
Verificar el tamaño del material			●				
Verificar calidad del producto					●		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11. Diagrama de flujo de producción



## Anexo 12. Cronograma para la implementación de la metodología SMED.

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED												
ACTIVIDADES	TIEMPO											
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12
Reunión con encargado del área de producción												
Reunión con los colaboradores del área de producción												
Aprobación de la aplicación de la metodología SMED												
Preparación de material para capacitación												
Análisis de la situación de proceso producción												
Identificación de la 1ra etapa												
Identificación de la 2da etapa												
Programación de actividades de mejora												
Instructivo de secuencia de cambio												
Implementación de la nueva secuencia												
Implementación de la 3ra etapa												
Estandarización de la metodología SMED												
Registros de datos												
Presentación de resultados												

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 13. Cronograma de actividades del desarrollo de investigación

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL DESARROLLO DEL PROYECTO INVESTIGACIÓN																
ACTIVIDADES	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16
Reunión de coordinación																
Presentación del desarrollo del lineamientos del cap 1 y 2																
Presentación de la validez y confiabilidad de instrumentos																
Desarrollo de recolección de datos																
Desarrollo de recolección de datos																
Procesamiento y tratamiento estadísticos																
Procesamiento y tratamiento estadísticos																
Jornada de Investigación N° 1 - Presentación de avance																
Levantamiento de la presentación de avance																
Desarrollo descriptivo de los resultados																
Desarrollo descriptivo de los resultados																
Desarrollo descriptivo de los resultados																
Conclusiones y recomendaciones																
Jornada de Investigación N° 2 - Sustentación de tesis																
Levantamiento de la sustentación de tesis																

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 14. Certificados de validación de los instrumentos a través de juicio de expertos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA FADRI S.A.C. ATE, 2017

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>	Relevancia <sup>2</sup>	Claridad <sup>3</sup>	Sugerencias
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Metodología SMED</b>				
1	<b>DIMENSION 1: Separar tareas internas y externas</b>	Si	No	Si	No
	$AI = ((AT - AE)/AT) * 100$ AT=Actividades Totales AI=Actividades Internas AE=Actividades Externas	✓	✓	✓	
	$AE = ((AT - AI)/AT) * 100$ AT=Actividades Totales AE=Actividades Externas AI=Actividades Internas	✓	✓	✓	
2	<b>DIMENSION 2: Convertir tareas internas en externas</b>	Si	No	Si	No
	$CAE = ((AI - AIC)/AI) * 100$ AE=Actividades Externas AI=Actividades Internas	✓	✓	✓	
3	<b>DIMENSION 3: Mejorar todas las tareas</b>	Si	No	Si	No
	$MAT = ((TAP - TAM)/TAP) * 100$ MAT=Mejora de actividades totales TAT=Tiempo de actividad programada TAM=Tiempo de actividad mejorada	✓	✓	✓	
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad</b>				
1	<b>DIMENSION 1: Eficiencia</b>	Si	No	Si	No
	$PT = (TPT/TPR) * 100$ PT= Productos a tiempo TPT= Total de productos a tiempo por semana TPR= Total de productos requeridos por semana	✓	✓	✓	
2	<b>DIMENSION 2: Eficacia</b>	Si	No	Si	No
	$PC = (TPC/TPR) * 100$ PC= Productos conforme TPC= Total de productos conforme por semana TPR= Total de productos requeridos por semana	✓	✓	✓	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: Pante Salazar Javier Francisco

DNI: 02636381

Especialidad del validador: Ing. Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Lima, 04 de Diciembre del 2018

[Firma]  
Firma del Experto Informante.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA FADRI S.A.C. ATE, 2017

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>	Relevancia <sup>2</sup>	Claridad <sup>3</sup>	Sugerencias
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Metodología SMED</b>				
1	<b>DIMENSIÓN 1: Separar tareas internas y externas</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
	$AI = ((AT - AE)/AT) * 100$ AT=Actividades Totales AI=Actividades Internas AE=Actividades Externas				
	$AE = ((AT - AI)/AT) * 100$ AT=Actividades Totales AE=Actividades Externas AI=Actividades Internas				
2	<b>DIMENSIÓN 2: Convertir tareas internas en externas</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
	$AE = ((AT - AI)/AT) * 100$ AE=Actividades Externas AI=Actividades Internas				
3	<b>DIMENSIÓN 3: Mejorar todas las tareas</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
	$MAT = ((MAP - MAR)/MAP) * 100$ MAT=Mejora de actividades totales MAP=Mejora de actividades programadas MAR=Mejora de actividades reales				
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad</b>				
1	<b>DIMENSIÓN 1: Eficiencia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
	$EFN = (Tiempo\ estándar / Tiempo\ Real) * 100$ EFN= Eficiencia				
2	<b>DIMENSIÓN 2: Eficacia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
	$EFC = CTPC * 100 / TE$ CTPC=Cantidad Total de Productos Conformes TE=Tiempo Empleado				

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

*Si es suficiente*

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [☒]

Aplicable después de corregir [☐]

No aplicable [☐]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg:

*MRZA VELASQUEZ MARCO ANTONIO*

Especialidad del validador:

*AREA ADMINISTRACION / SIN ESPECIALIDAD*

DNI: *06252711*

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima *28* de *Marzo* del 2017

Firma del Experto Informante.





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA FADRI S.A.C. ATE, 2017**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Metodología SMED</b>							
1	<b>DIMENSION 1: Separar tareas internas y externas</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	$AI = ((AT - AE)/AT) * 100$ AT=Actividades Totales AI=Actividades Internas AE=Actividades Externas	✓		✓		✓		
	$AE = ((AT - AI)/AT) * 100$ AT=Actividades Totales AE=Actividades Externas AI=Actividades Internas							
2	<b>DIMENSION 2: Convertir tareas internas en externas</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	$CAE = ((AI - AIC)/AI) * 100$ AE=Actividades Externas AI=Actividades Internas	✓		✓		✓		
3	<b>DIMENSION 3: Mejorar todas las tareas</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	$MAT = ((TAP - TAM)/TAP) * 100$ MAT=Mejora de actividades totales TAT=Tiempo de actividad programada TAM=Tiempo de actividad mejorada	✓		✓		✓		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad</b>							
1	<b>DIMENSION 1: Eficiencia</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	$PT = (TPT/TPR) * 100$ PT=Productos a tiempo TPT=Total de productos a tiempo por semana TPR=Total de productos requeridos por semana	✓		✓		✓		
2	<b>DIMENSION 2: Eficacia</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	$PC = (TPC/TPR) * 100$ PC=Productos conforme TPC=Total de productos conforme por semana TPR=Total de productos requeridos por semana	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SE HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: SANCHEZ PANEQUE LUIS G.

DNI: 34771174

Especialidad del validador: DOCTOR EN EDUCACIÓN

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Lima 04 de DIC del 2018

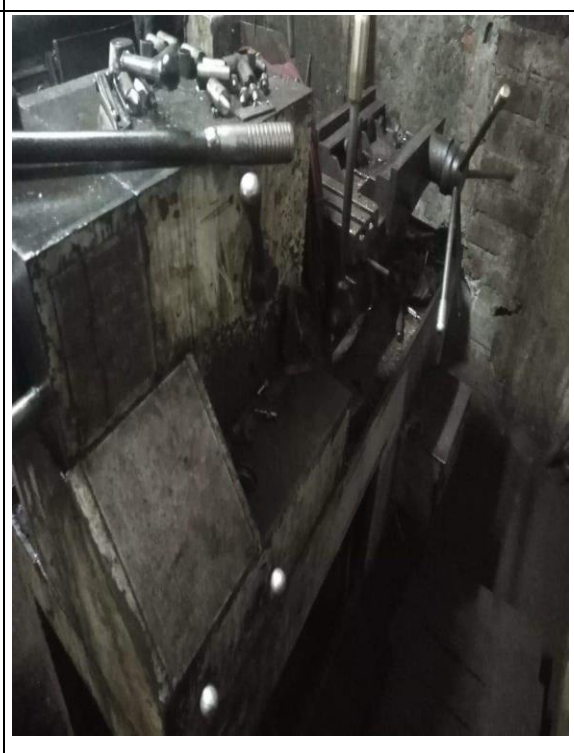
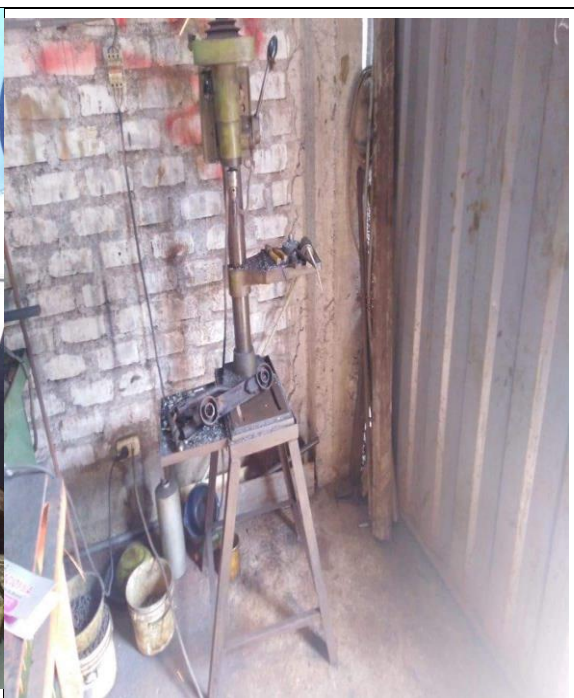
[Firma]  
Firma del Experto Informante.

## Anexo 15. Evidencias de motivos de paradas de producción














## Anexo 16. Carta de Autorización



Lima, 8 de octubre del 2018

**De: FADRI S.A.C.**

**Para: Prado De La Cruz Juan Carlos**

**ASUNTO: AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR TESIS DE INVESTIGACIÓN**

Yo TEOFILO CORDERO VILCA, identificado con DNI 10596658 en mi calidad de representante legal de la empresa FADRI S.A.C., autorizo al estudiante PRADO DE LA CRUZ JUAN CARLOS, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería, de la Universidad César Vallejo – Sede Lima Este, a utilizar información confidencial de la empresa para el desarrollo del proyecto de tesis denominado **“APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA FADRI S.A.C., ATE, 2018 ”**. Como condiciones contractuales, el estudiante se obliga a (1) no divulgar ni usar para fines personales la información (documentos expedientes, escritos, artículos, contratos, estados de cuenta y demás materiales) que, con objeto de la relación de trabajo, le fue suministrada; (2) no proporcionar a tercera personas, verbalmente o por escrito, directa o indirectamente, información alguna de la actividades y/o procesos de cualquier clase que fuesen observadas en la empresa durante la duración del proyecto y (3) no utilizar completa o parcialmente ninguno de los productos (documentos, metodología, procesos y demás ) relacionados con el proyecto. El estudiante asume que toda información y el resultado del proyecto serán de uso exclusivamente académico.

El material suministrado por la empresa será la base para la construcción de un estudio de caso. La información y resultado que se obtenga del mismo podrían llegar a convertirse en una herramienta didáctica que apoye la formación de los estudiantes de la Escuela de Profesional de Ingeniería Industrial.

Atentamente,



Teofilo Cordero Vilca

Ruc: 20145259399

Av. Los Parques 334. Ate Vitarte – LIMA  
[pedido@fadrisac.com](mailto:pedido@fadrisac.com)  
Tel: 945722674